

1862. ANNALEN No. 12.

## DER PHYSIK UND CHEMIE.

BAND CXVII.

## I. Photochemische Untersuchungen;

von R. Bunsen und H. Roscoe.

## VI. Abhandlung.

## Meteorologische Lichtmessungen.

Die photochemische Wirkung, welche von den directen Sonnenstrahlen, oder von dem diffusen Lichte des heiteren Himmelsgewölbes auf ein horizontales Flächenelement ausgeübt wird, ist je nach der Zeit und geographischen Breite verschieden und bildet ein wichtiges Glied in der Kette von physikalischen Erscheinungen, durch welche die Thier- und Pflanzenwelt mit der leblosen Natur zusammenhängt.

In einer früheren Arbeit haben wir versucht, die Vertheilung dieser chemischen Wirkungen an der Erdoberfläche für den Fall einer völlig ungetrübten Atmosphäre nach Zeit und Ort auf empirischem Wege zu bestimmen. Leider bieten die von uns bei diesen Messungen befolgten Methoden keinen Anhaltspunkt, die Elemente zur Bestimmung des photochemischen Klimas auch für den bei weitem häufigeren Fall einer ganz oder theilweise durch Wolken und meteorische Niederschläge getrübten Atmosphäre festzustellen. Wir haben daher diese Aufgabe in anderer Weise zu lösen gesucht.

Trotz der vielen erfolglos angestellten Versuche, die Lichtstärke durch photographische Schwärzungen in allgemein vergleichbarem Maasse zu messen, schien es uns doch nicht unmöglich, auf diesem Wege zu dem gewünschten Ziele zu gelangen. Schon vor mehr als zwanzig Jahren

hat Jordan, und nach ihm Hunt, Herschel <sup>1)</sup>, Claudet <sup>2)</sup> und Andere durch solche Schwärzungen die chemischen Lichtwirkungen zu messen versucht; allein alle auf ein solches Princip gegründete Instrumente müssen zu völlig illusorischen Resultaten führen, so lange es nicht gelungen ist, eine photographische Schicht von stets gleicher Empfindlichkeit herzustellen und eine gesetzmäßige Abhängigkeit der Schwärzung von der Expositionszeit und Lichtstärke aufzufinden.

Die Erledigung der Frage, ob die photographische Schwärzung mit der wirkenden Lichtmenge in weiteren Grenzen proportional erfolgt, bot sich uns in dieser Hinsicht als erste Aufgabe dar. Zur Messung des Grades der Schwärzung diente uns eine rotirende Scheibe mit schwarz und weißen Sektoren, deren Verhältniß zu einander beliebig verändert werden konnte. Indem wir  $\frac{1}{10}$ ,  $\frac{2}{10}$ ,  $\frac{3}{10}$  usw. der Scheibenoberfläche aus schwarzen Sektoren bestehen ließen, erhielten wir die entsprechenden Schwärzungen  $\frac{1}{10}$ ,  $\frac{2}{10}$ ,  $\frac{3}{10}$  usw. auf der in Rotation versetzten Scheibe, deren mittlerer Theil mit dem zu vergleichenden, durch die Lichtwirkung veränderten Papier ausgefüllt war. Es zeigte sich gleich bei den ersten Versuchen, daß bei äußerst schwachen Schwärzungen der photographischen Schicht noch sehr kleine Unterschiede in der Schwärzung durch das Auge wahrgenommen werden können, bei intensiven Schwärzungen dagegen eine Schätzung nicht mehr möglich ist. Die Versuche zeigten uns ferner, daß bei Anwendung von photographischem Papier zwischen der wirkenden Lichtintensität und den dadurch in gleicher Zeit erzeugten Schwärzungen keine Proportionalität besteht. So erhielten wir z. B. sehr abweichend von einer solchen Gesetzmäßigkeit für die Lichtmengen 5 und 1 die entsprechenden Schwärzungen 0,50 und 0,22. Wir haben daher von vorn herein auf jede Messung verzichtet, welche sich auf eine Schätzung verschiedener Schwärzungen stützt.

1) *Philos. Transact.* 1840 p. 46.

2) *London Philos. Magazin*, 3. Ser. Tom. 33, p. 329.

Es war nun zu untersuchen, ob nicht gleiche, durch verschiedene Lichtstärken in verschiedenen Zeitdauern hervorgebrachte Schwärzungen einen erfolgreichen Anhalt zu solchen Maafsbestimmungen darbieten können, für den Fall nämlich, dafs gleiche Producte der Lichtintensität und Insulationsdauer gleichen Schwärzungen entsprächen. Dieser Satz, welchen Malagati <sup>1)</sup> schon vor längerer Zeit hypothetisch angenommen hat, ist neuerdings von Hankel <sup>2)</sup> innerhalb der engen Gränzen einer von 1 bis  $2\frac{1}{2}$  wechselnden Lichtstärke annähernd richtig befunden worden. Um die allgemeinere Gültigkeit desselben in den für unsere Zwecke nöthigen Gränzen zu beweisen, bot sich die Nothwendigkeit dar, sehr kleine Zeitdauern der Lichtexposition noch mit grofser Genauigkeit zu messen und den Punkt gleicher Schwärzung scharf zu bestimmen. Es diente uns dazu folgendes Instrument:

Das eiserne Gestell Fig. 1 Taf. VII trägt die durch drei Stellschrauben horizontal zu stellende Metallplatte *A*, in der sich ein in der Zeichnung schwarz dargestellter, 15 Mllm. breiter und 190 Mllm. langer Schlitz befindet, über welchem ein äufserst dünnes, oben von *b* bis *c* geschwärztes Glimmerblatt *bcd* liegt, das bei *d* an der kreisförmigen Trommel *E* des Pendels *F* befestigt ist. Versetzt man das Pendel in Schwingungen, so wird das Glimmerblatt, welches sich auf der Trommel auf- und abwickelt, bei jeder Schwingung fortgezogen und wieder über den Schlitz zurückgeschoben, der dadurch an jedem Punkte seiner ganzen Länge eine verschieden lange Zeit insolirt wird.

Will man mittelst dieses Apparates ein sensibiles Papier verschiedene Zeiten dem Lichte aussetzen, so klebt man dasselbe auf den mit *weissem* Papier überzogenen Metallschieber *G* mit etwas Mundleim fest, deckt einen zweiten übergreifenden, das Papier nicht berührenden,

1) *Ann. de chim. et de phys.* 62, p. 5.

2) Messungen über die Absorption der chemischen Strahlen des Sonnenlichts. Abhandl. der k. sächsischen Gesellschaft d. Wissenschaften zu Leipzig 1862. Bd. 9, S. 55.

schwarz angestrichenen Metallschieber darüber und führt diese Vorrichtung in das unter dem Schlitz befindliche, dem Licht unzugängliche Schubfach  $h$  ein, vor dessen vorderer Oeffnung ein schwarzer Tuchstreifen zur Abhaltung des Lichts herabgelassen wird. Ist der obere Schiebdeckel entfernt, so darf man nur noch die Schraube  $k$  etwas anziehen, um das Papier so gegen den Schlitz anzudrücken, daß die möglichst dünn gearbeiteten Ränder des Schlitzes dicht genug auf dem Papier anschließen, um ein seitliches Eindringen des Lichtes zu verhindern. Durch Empordrücken des Hebels  $nml$  bei  $l$  wird das Pendel aus dem Sperrhaken bei  $m$  ausgelöst und nach Vollführung einer Schwingung von dem zweiten vorderen Sperrhaken bei  $n$  wieder festgehalten. Will man die Insulationszeiten verdoppeln oder überhaupt vervielfachen, so wiederholt man die Schwingung ein oder mehrere Male, indem man jedesmal zuvor die Pendelstange, durch eine Hebung nach  $l$  hin, in den oberen Sperrhaken hat einspringen lassen. Um das Auslösen und wieder Einfangen des Pendels nach einer jeden Schwingung leicht und sicher zu bewerkstelligen, ist der Hebel ein für allemal durch ein kleines, darauf bei  $l$  angebrachtes Gewicht so balancirt, daß der Hebelarm  $nm$  nur wenig leichter ist als der Hebelarm  $l$ .

Die Insulationszeit der sensibelen Schicht an irgend einer Stelle des Schlitzes ergibt sich aus der Schwingungsdauer und Amplitude des Pendels.

Es sey  $\alpha\alpha$  Fig. 2 Taf. VII das Ende des Glimmerblattes bei der Lage, in welcher das Pendel im Sperrhaken  $m$  Fig. 1 festgehalten wird,  $\beta\beta$  Fig. 2 die Lage, in der dieses Ende sich befindet, wenn das Pendel in seiner Gleichgewichtslage ist,  $\gamma\gamma$  die Lage, in welcher dieses Ende bei der Schwingung des Pendels gekommen ist nach Verlauf der Zeit  $t$ , welche nach dem Freilassen des Pendels verflossen ist. Nennt man  $u$  die Entfernung  $\gamma\beta$  und  $\tau$  die Zeit, welche der bei  $\gamma$  liegende Punkt des sensibelen Papierstreifens insulirt ist, so ergibt sich auf folgendem Wege einfach die Beziehung zwischen  $u$  und  $\tau$ . Es sey  $a$  die



Amplitude, d. h. die Länge,  $\alpha\beta$  und  $T$  die Dauer einer einfachen Schwingung, so ist bekanntlich

$$u = a \cos \left( \frac{t}{T} \pi \right).$$

Es sey  $t_1$  die Zeit, zu welcher das Ende des Glimmerblattes bei der Rückschwingung wieder in die Lage  $\gamma\gamma$  gekommen ist, so ist

$$t_1 = 2T - t$$

weiter ist aber

$$\tau = t_1 - t$$

also auch

$$\tau = 2(T - t)$$

oder wenn man  $t$  durch  $u$  ausdrückt

$$\tau = \frac{2T}{\pi} \left( \pi - \arccos \frac{u}{a} \right)$$

oder was dasselbe ist

$$1) \quad u = -a \cos \left( \frac{\tau}{2T} \pi \right).$$

Bei unserem Instrumente war die Amplitude  $a = 105,0$  Millm. und  $T = \frac{3}{2}$  Sexagesimalsekunden. Nach Formel 1) läßt sich leicht eine Tabelle berechnen, in welcher für jeden Punkt des Schlitzes die Insulationsdauer angegeben ist, d. h. die Zeit, in welcher dieser Punkt während einer Pendelschwingung vom geschwärzten Glimmerblatte unbedeckt bleibt. Wir haben zu diesem Zweck unsern Spalt, der sich von  $\beta\beta$ , an gerechnet 85<sup>mm</sup> weit bis  $\delta$  und 105 Millm. weit bis  $\epsilon$  Fig. 2 Taf. VII erstreckt, mit einer Millimeter-scale versehen, deren Nullpunkt bei  $\delta$  liegt. In der Columne I der folgenden Tabelle sind diese Millimeter als Argumente für die in Columne II enthaltenen in Sekunden gemessenen Insulationsdauern angegeben.

Tabelle I.

Mllm.	Sekund.	Mllm.	Sekund.	Mllm.	Sekund.	Mllm.	Sekund.
0	1,200	47	0,927	94	0,709	141	0,482
1	1,193	48	0,922	95	0,704	142	0,476
2	1,186	49	0,917	96	0,700	143	0,470
3	1,179	50	0,912	97	0,695	144	0,465
4	1,172	51	0,907	98	0,691	145	0,459
5	1,165	52	0,903	99	0,686	146	0,453
6	1,158	53	0,898	100	0,682	147	0,448
7	1,151	54	0,893	101	0,677	148	0,442
8	1,144	55	0,888	102	0,672	149	0,436
9	1,137	56	0,884	103	0,668	150	0,431
10	1,131	57	0,879	104	0,663	151	0,425
11	1,125	58	0,874	105	0,659	152	0,419
12	1,119	59	0,870	106	0,654	153	0,413
13	1,113	60	0,865	107	0,650	154	0,407
14	1,106	61	0,860	108	0,645	155	0,401
15	1,100	62	0,856	109	0,640	156	0,394
16	1,094	63	0,851	110	0,635	157	0,388
17	1,087	64	0,846	111	0,631	158	0,382
18	1,081	65	0,841	112	0,626	159	0,376
19	1,076	66	0,837	113	0,621	160	0,369
20	1,070	67	0,832	114	0,617	161	0,363
21	1,064	68	0,828	115	0,612	162	0,357
22	1,058	69	0,823	116	0,607	163	0,350
23	1,053	70	0,819	117	0,603	164	0,343
24	1,047	71	0,814	118	0,598	165	0,336
25	1,041	72	0,809	119	0,593	166	0,329
26	1,036	73	0,805	120	0,588	167	0,321
27	1,030	74	0,800	121	0,583	168	0,314
28	1,025	75	0,796	122	0,578	169	0,307
29	1,019	76	0,791	123	0,573	170	0,300
30	1,014	77	0,786	124	0,568	171	0,291
31	1,009	78	0,782	125	0,563	172	0,283
32	0,003	79	0,777	126	0,558	173	0,274
33	0,998	80	0,773	127	0,553	174	0,266
34	0,993	81	0,768	128	0,549	175	0,257
35	0,988	82	0,764	129	0,544	176	0,249
36	0,983	83	0,759	130	0,539	177	0,240
37	0,977	84	0,755	131	0,534	178	0,229
38	0,972	85	0,750	132	0,528	179	0,219
39	0,967	86	0,745	133	0,523	180	0,208
40	0,962	87	0,741	134	0,518	181	0,198
41	0,957	88	0,736	135	0,513	182	0,187
42	0,952	89	0,732	136	0,508	183	0,176
43	0,947	90	0,727	137	0,502	184	0,161
44	0,942	91	0,723	138	0,497	185	0,146
45	0,937	92	0,718	139	0,492	186	0,131
46	0,932	93	0,714	140	0,487	187	0,116

Das in dem Schlitz während der Pendelschwingung insolirte Papier zeigt eine auf seiner ganzen Länge stetig abnehmende Schwärzung. Die Tabelle giebt daher für jede dieser auf dem Papier hervorgebrachten Schwärzungen die Zeitdauer der Insolation.

Will man bestimmen, welcher Schwärzung des Papierstreifens eine gegebene, durch andere Lichteinwirkung erzeugte Schwärzung gleichkommt, so darf man eine solche Vergleichung weder bei Tageslicht, noch bei gewöhnlichem Kerzenlicht vornehmen, da schon das schwächste noch zum deutlichen Sehen erforderliche Licht dieser Art während der Beobachtung selbst eine erhebliche Aenderung des Papiers hervorbringen kann. Noch weniger schien uns eine vorgängige Fixirung der geschwärzten Schicht zulässig, da die Schwärzung dadurch unregelmäßige Veränderungen erleidet. Wir haben die Schwierigkeit, welche sich von dieser Seite darbietet, dadurch überwunden, daß wir die Beleuchtung durch eine intensive Natronflamme bewirkten, welche sich photochemisch so indifferent verhält, daß man ihre durch eine große Sammellinse concentrirten Strahlen Stunden lang auf sensibiles Papier ohne Nachtheil wirken lassen kann. Diese Beleuchtungsmethode bietet zugleich den großen Vortheil dar, daß die kleinen Farbenunterschiede, welche die Vergleichung geschwärzter Flächen für das Auge unsicher machen, durch das monochromatische Natronlicht unschädlich gemacht werden.

Um nicht bei jeder Vergleichung das ganze Instrument ins Dunkle bringen zu müssen, haben wir dessen Scale auf das in einem Falz verschiebbare, mit weißem Papier überzogene Holzbrettchen Fig. 3a Taf. VII aufgetragen, und den vom Schieber G Fig. 1 Taf. VII abgenommenen insolirten Papierstreifen in der dem Schlitz entsprechenden Lage mit etwas Mundleim darunter geklebt. A (Fig. 4) ist eine mittelst einer Feder gegen den Papierstreifen in unveränderlicher, aus Fig. 3 ersichtlicher Stellung angedrückte Holzplatte mit kreisrundem, 5 bis 6<sup>mm</sup> weitem Loche, dessen untere Hälfte von dem auf seine Schwärzung zu verglei-

chenden Papier eingenommen wird. Indem man durch die Natronflamme *C* mittelst der starken Beleuchtungslinse *D* die Oeffnung der Holzplatte grell beleuchtet, kann man durch Hin- und Herziehen des Schiebers leicht und mit großer Schärfe den Punkt bestimmen, wo die obere und untere Hälfte der kreisrunden Oeffnung der Holzplatte dem Auge gleich geschwärzt erscheint, und dann an der darüber befindlichen Scale ablesen, welcher Insolationsdauer der Papierstreifen im Pendelapparat ausgesetzt war, um die an der beobachteten Stelle vorhandene Schwärzung zu erlangen. Es ist wesentlich für die Genauigkeit der Beobachtungen, daß das Auge während derselben stets dieselbe Lage beibehält, und zwar nahezu in der Richtung der Normale des zu beobachtenden Papierscheibchens.

Nachdem wir durch Beobachtungen mit dem eben beschriebenen Instrumente in den Stand gesetzt waren, die zu gleichen Schwärzungen erforderlichen Zeiten auf Hundertel Sekunden genau zu messen, kam es zunächst weiter darauf an, eine Reihe constanter, möglichst weit von einander abliegender, genau meßbarer Lichtstärken herzustellen, um mittelst derselben photographische Schwärzungen erzeugen zu können. Wir haben dazu directes Sonnenlicht benutzt, und uns auf folgende Weise unabhängig gemacht von den Veränderungen der Lichtintensität, welche durch die wechselnde Zenithdistanz der Sonne und die verschiedene Durchsichtigkeit der Atmosphäre bedingt wird. Wir fügten nämlich in das Dach eines verfinsterten Boderraumes eine Messingplatte ein, die mit scharfrandigen, kreisrunden, von außen versenkten Löchern, von verschiedenen auf das sorgfältigste mikrometrisch gemessenen Durchmessern versehen war, und ließen durch diese Löcher directes Sonnenlicht auf das zu schwärzende Papier fallen. Dieses Papier wurde senkrecht gegen die auffallenden Strahlen in einer solchen Entfernung von der Platte aufgestellt, daß die von dem Orte desselben gesehenen Löcher einen kleineren scheinbaren Durchmesser zeigten als die Sonnenscheibe. Die Lichtstärken der auf dem Papier gleichzeitig erzeugten

Sonnenbilder, deren einzelne eine solche Deutlichkeit gewährten, daß größere Sonnenflecke sich mit Leichtigkeit erkennen ließen, müssen sich, ganz unabhängig von der Höhe des Sonnenstandes und der Durchsichtigkeit der Atmosphäre, der Fläche der Löcher proportional verhalten.

Indem wir diese Sonnenbilder von der Intensität  $J_0, J_1, J_2, \dots$  während der Zeiten  $t_0, t_1, t_2, \dots$  wirken ließen, ergab sich für jede der erhaltenen Schwärzungen das Product  $J_0 t_0, J_1 t_1, \dots$ .

Wir ließen nun Licht des Himmelsgewölbes von der Intensität  $i$  auf ein anderes Stück desselben photographischen Papiers im Pendelapparat wirken, und erhielten dadurch auf dem erzeugten, von Schwarz in Weiß abfallenden Streifen eine Reihe successiver Schwärzungen. Für jede derselben liefs ich die Insolationsdauer  $T_0, T_1, T_2, \dots$  direct an der Scale ablesen und daher auch das Product  $i T_0, i T_1, \dots$  bilden. Wir ermitteln nun bei Natronlicht auf dem Papierstreifen die Punkte, welche die durch die einzelnen Sonnenbilder erzeugten Schwärzungen besaßen. Es ergaben sich dadurch unter der Annahme, daß für gleiche Schwärzungen die Producte der Insolationsdauer und der Intensität gleich sind, folgende Gleichungen:

$$J_0 t_0 = i T_0$$

$$J_1 t_1 = i T_1$$

also

$$\frac{J_0}{J_1} = \frac{t_1 T_0}{t_0 T_1};$$

oder, wenn die mit dem Index  $l$  versehenen Zeichen auf irgend eine der Beobachtungen bezogen werden:

$$(2) \quad T_l = t_l J_l \text{ Const.}$$

Folgende Versuche zeigen, daß dieser Gleichung in der That genügt wird:

Erste Versuchsreihe am 8. August 1860 12<sup>h</sup> 30' bei völlig wolkenlosem Himmel.

I.	II.	III.	IV.	V.
J	t	T beobachtet	T berechnet.	Diff.
1,00	20"	2",55	2",47	- 0",08
1,69	20	4",06	4",17	+ 0",11
2,78	20	7",01	6",86	- 0",15
4,00	20	9",92	9",87	- 0",05
5,44	20	13",46	13",43	- 0",03
7,47	20	18",26	18",44	+ 0",18

Zweite Versuchsreihe am 2. August 1862 12<sup>h</sup> 10' bei völlig wolkenlosem Himmel.

1,00	150"	4",53	4",75	+ 0",22
1,71	150	8",71	8",15	- 0",56
36,81	10	11",62	11",66	+ 0",04
45,04	10	14",08	14",28	+ 0",20

Die erste Columnne enthält die Intensität der zur Schwärzung des Papiers benutzten Sonnenbilder; die zweite die Zeitdauer, während welcher diese Sonnenbilder auf das Papier wirkten; die dritte die mit dem Pendelapparat gemessenen Zeiten; innerhalb welcher auf demselben Papier dieselbe Schwärzung durch das Licht des Himmelsgewölbes erzeugt wurde; die vierte endlich giebt dieselben Zeiten berechnet nach der Gleichung (2), in welcher die Constante = 0,12339 ist.

Da die Lichtintensitäten bei diesen Versuchen um das 25fache variierten, ohne daß sich außerhalb der Beobachtungsfehler liegende Abweichungen von der in Gleichung (2) ausgedrückten Beziehung ergaben, so wird man den Satz als feststehend betrachten dürfen,

*daß innerhalb sehr weiter Grenzen gleichen Producten aus Lichtintensität und Insolationsdauer gleiche Schwärzungen auf Chlorsilberpapier von gleicher Sensibilität entsprechen.*

Mit diesem wichtigen Satze bietet sich ein Weg dar, mittelst einfacher Beobachtungen chemische Lichtwirkungen

in allgemein vergleichbarem Maasse auszudrücken. Denn nimmt man als photochemische Maasseinheit diejenige Lichtstärke an, welche in der Einheit der Zeit eine unveränderliche, ein für allemal gegebene Schwärzung hervorbringt, so braucht man nur auf einem mittelst unseres Pendelapparates geschwärzten Streifen den Punkt aufzusuchen, wo eine mit jener unveränderlichen gleiche Schwärzung erzeugt worden ist. Die Reciproke der Insolationsdauer, welche diesem Punkte gleicher Schwärzung entspricht, ist die durch jene Maasseinheit ausgedrückte Lichtstärke.

Es ist einleuchtend, daß diese Methode nur dann praktisch anwendbar seyn kann

1) wenn die bei Messungen des gesammten Himmelslichts in Betracht kommenden Lichtstärken nur noch von so kurzen Inductionsphänomenen begleitet sind, daß die dadurch erzeugten Störungen innerhalb der erlaubten unvermeidlichen Beobachtungsfehler fallen;

2) wenn es möglich ist, eine photographisch sensible Schicht von völlig constanter Empfindlichkeit darzustellen;

3) wenn sich eine unveränderliche, zu jeder Zeit und an jedem Orte leicht wieder hervorzubringende Schwärzung finden läßt, die eine sichere Vergleichung mit einer photographisch geschwärzten Fläche zuläßt.

1) Um den Einfluß der photochemischen Induction auf die Schwärzung des Chlorsilberpapiers zu untersuchen, haben wir folgenden Weg eingeschlagen: Wir insolirten durch das Licht des heiteren Himmelsgewölbes dicht hinter einander Papierstreifen von gleicher Empfindlichkeit, indem wir das Pendel bei dem ersten Streifen  $n_0$  mal, bei dem zweiten  $n_1$  mal, bei dem dritten  $n_2$  mal u. s. f. schwingen ließen, und bestimmten auf den Streifen die Punkte gleicher Schwärzung. Die diesen Punkten entsprechenden Insolationsdauern für je eine Pendelschwingung  $t_0, t_1, t_2 \dots$  ergaben sich aus der oben gegebenen Tabelle I. Findet keine erkennbare Induction statt, so müssen in Folge des von uns eben in weiten Gränzen als gültig erwiesenen Satzes die Producte  $n_0 t_0, n_1 t_1, n_2 t_2 \dots$  gleich seyn. Wäre dagegen die che-



mische Lichtwirkung, wie es bei der photochemischen Induction der Fall ist, nach jeder durch die einzelnen Pendelschwingungen bewirkten Verdunkelung eine Zeit lang wachsend, so würden die Producte  $n_0 t_0$  sich stetig mit wachsendem  $n$  ändern müssen. Dafs dieß Letztere nicht der Fall ist, zeigen folgende Versuche.

## Dritte Versuchsreihe.

## Erste Lichtstärke.

$n$	$t$	$nt$	Abweichung vom Mittel
4	1,024	4,096	- 0,067
4	1,041	4,164	+ 0,001
4	1,063	4,252	+ 0,089
8	0,532	4,256	+ 0,093
8	0,525	4,200	+ 0,037
12	0,341	4,092	- 0,071
12	0,340	4,080	- 0,083

Dieselben Beobachtungen durch einen anderen Beobachter angestellt:

4	1,048	4,192	+ 0,002
4	1,054	4,216	+ 0,026
4	1,054	4,216	+ 0,026
8	0,515	4,120	- 0,070
8	0,520	4,160	- 0,030
12	0,342	4,104	- 0,086
12	0,360	4,320	+ 0,130

Dieselben Beobachtungen in Mittelzahlen aus siebenmal wiederholten Ablesungen:

4	1,028	4,112	- 0,028
4	1,036	4,144	+ 0,004
4	1,036	4,144	+ 0,004
8	0,513	4,104	- 0,036
8	0,501	4,008	- 0,132
12	0,354	4,248	+ 0,108
12	0,352	4,224	+ 0,084

## Zweite Lichtstärke.

12	1,022	12,264	+ 0,505
12	0,982	11,784	+ 0,025
18	0,654	11,772	+ 0,013
18	0,655	11,790	+ 0,031
24	0,479	11,496	- 0,263
24	0,477	11,448	- 0,311

## Dritte Lichtstärke.

n	t	nt	Abweichung vom Mittel
3	0,975	2,925	- 0,011
3	0,975	2,925	- 0,011
4	0,739	2,956	+ 0,020
4	0,735	2,940	+ 0,004
6	0,487	2,922	- 0,014
6	0,492	2,952	+ 0,016

## Vierte Lichtstärke.

2	1,053	2,106	- 0,004
2	1,057	2,114	+ 0,004
4	0,523	2,092	- 0,018
4	0,532	2,128	+ 0,018

## Fünfte Lichtstärke.

9	0,810	7,290	+ 0,074
9	0,793	7,137	- 0,079
12	0,603	7,236	+ 0,020
12	0,600	7,200	- 0,016

## Sechste Lichtstärke.

1	1,061	1,061	+ 0,029
1	1,050	1,050	+ 0,020
2	0,502	1,004	- 0,026
2	0,502	1,004	- 0,026

## Siebente Lichtstärke.

2	1,129	2,258	- 0,008
6	0,379	2,274	+ 0,008

Bei der Wichtigkeit der zu entscheidenden Frage haben wir es nicht für überflüssig gehalten, noch eine Reihe von Versuchen in der Weise anzustellen, daß wir eine schwarze, nach unten berandete, mit einem Sectorenausschnitt versehene Scheibe mit wechselnden Geschwindigkeiten von 30 bis 316 Umdrehungen in der Minute über gleich empfindlichem Papier *gleich lange Zeiten* rotiren ließen, und ermittelten, ob die Schwärzung bei gleicher Lichtintensität und Insulationsdauer unabhängig von der Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe stets dieselbe blieb. Die Einzelheiten dieser Versuche, welche am 14. August 1859 Mittags 12<sup>h</sup> ebenfalls mit Licht vom unbewölkten Himmelsgewölbe angestellt wurden, glauben wir indessen übergehen zu kön-

nen, da die erhaltenen Resultate mit dem Ergebnisse der eben erörterten Versuche vollkommen übereinstimmen.

Man darf es daher als erwiesen betrachten:

dafs bei Lichtmessungen, wie sie hier in Betracht kommen, photochemische Inductionen keinen störenden Einflufs ausüben.

2) Die nächste Frage, von welcher die Lösung unserer Aufgabe vornehmlich bedingt wird, betrifft die Möglichkeit, ein photographisches Papier herzustellen, welches eine stets gleiche Lichtempfindlichkeit besitzt. Wenn wir hier in die Einzelheiten der in dieser Richtung angestellten Versuche ausführlicher eingehen, als es vielleicht mit der Geduld des Lesers verträglich ist, so geschieht dies in der Absicht, das gewichtigste Bedenken zu beseitigen, welches überhaupt den auf photographischen Schwärzungen beruhenden Lichtmessungen gemacht werden kann.

Es schien uns am zweckmäfsigsten, alle complicirten photographischen Mittel unberücksichtigt zu lassen, und unsere Untersuchungen nur an eine einfache, auf Papier erzeugte Schicht von reinem Chlorsilber zu knüpfen.

Zur vergleichenden Prüfung der nach verschiedenen Vorschriften und unter verschiedenen Umständen hergerichteten Papiere diente uns ein im Pendelapparate photographisch geschwärzter und dann mit unterschwefligsaurem Natron fixirter Papierstreifen, der von seinem schwarzen bis zu seinem weissen Ende eine sehr gleichmäfsige, allmählich verlaufende Abschattirung zeigte. Dieser Streifen war mit einer willkürlichen Scale versehen, so dafs die Schwärzung, welche einer Zahl der Scale entsprach, jederzeit wiedergefunden werden konnte. Um verschiedene Papiere auf gleiche Lichtempfindlichkeit zu prüfen, setzten wir dieselben während gleicher Zeiten ein und derselben Lichtwirkung aus und überzeugten uns nach dem früher beschriebenen Verfahren mittelst der Ablesungsvorrichtung (Fig. 3 Taf. VII), ob die Schwärzungen gleich waren, d. h. ein und derselben Zahl der Scale entsprachen.

Als Silberflüssigkeit wandten wir stets eine Lösung von chemisch reinem, krystallisirtem, salpetersaurem Silberoxyd an.

Um das zur Erzeugung der Chlorsilberschicht erforderliche Chlornatrium chemisch rein zu erhalten, leiteten wir in eine concentrirte Kochsalzlösung gasförmige Chlorwasserstoffsäure, wuschen das dadurch gefällte Chlornatrium mit reinem Wasser aus und erhitzen dasselbe in einem grossen Platintigel bis zur angehenden Schmelzung.

Um zu ermitteln, welchen Einfluss die Concentration der Kochsalzlösung, der Silbergehalt der Silberlösung, die benutzte Papiersorte, die wechselnde Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, auf die Empfindlichkeit des Papiers ausübt, haben wir folgende Versuche angestellt:

a) Silberlösung. Vollkommen gleichmässig nach einem später anzuführenden Verfahren mit Kochsalz imprägnirtes Papier, wie es von den Photographen benutzt zu werden pflegt, wurde 2 Minuten lang auf Silberlösungen von verschiedener Concentration liegen gelassen, und zwar

Papier  $\alpha$ ) auf einer Lösung von  $12\text{AgO}$ ,  $\text{NO}_3$  auf  $100\text{H}$

"  $\beta$ ) " " " " 10 " " " "

"  $\gamma$ ) " " " " 8 " " " "

"  $\delta$ ) " " " " 6 " " " "

darauf im Dunkeln getrocknet, zu gleicher Zeit ein und derselben Himmelsbestrahlung ausgesetzt und auf seine Schwärzung geprüft. Es ergaben sich folgende, unabhängig von einem Beobachter A und einem anderen Beobachter B erhaltene Ablesungen, bei denen gleiche Zahlen gleichen Schwärzungen, d. h. gleicher Empfindlichkeit des Papiers, entsprechen.

## Vierte Versuchsreihe.

Erste Lichtstärke.			Zweite Lichtstärke.		
AgO, NO <sub>3</sub> auf 100 Wasser	Ablesungen		AgO, NO <sub>3</sub> auf 100 Wasser	Ablesungen	
	A	B		A	B
12	128,6	129,7	12	125,5	125,0
10	128,7	127,0	10	125,5	125,5
8	128,7	128,0	8	125,4	124,2
6	129,7	130,0	6	161,5	160,2

Dritte Lichtstärke.			Vierte Lichtstärke.		
AgO, NO <sub>3</sub> auf 100 Wasser	Ablesungen		AgO, NO <sub>3</sub> auf 100 Wasser	Ablesungen	
	A	B		A	B
12	110,0	110,0	12	90,6	90,0
10	109,5	109,3	10	88,0	88,3
8	109,6	109,3	8	90,7	89,4
6	119,0	120,0	6	89,6	89,1

Man sieht aus diesen Zahlen, daß die Empfindlichkeit des Papiers unverändert dieselbe bleibt, mag man 8, 10 oder 12 Theile salpetersaures Silberoxyd auf 100 Theile Wasser anwenden, daß aber bei 6 Theilen des Silbersalzes auf 100 Theile Wasser schon die Gränze der Veränderlichkeit erreicht wird.

Nachdem wir durch diese Versuche den Einfluss der Concentration der Silberlösung festgestellt, war noch die Abhängigkeit der Lichtempfindlichkeit von der Dauer des Verweilens auf dem Silberbade festzustellen. Es wurde zu diesem Zweck ein und dasselbe gleich gesalzte Papier verschiedene Zeitdauern auf einem Silberbade von 12 AgO, NO<sub>3</sub> auf 100 Theile Wasser liegen gelassen, und zwar

Papier  $\alpha$  während einer Zeit von  $\frac{1}{4}$  Minute

„  $\beta$  „ „ „ „ 1 „  
 „  $\gamma$  „ „ „ „ 8 „

Die Prüfung dieser Papiere auf ihre Empfindlichkeit gab folgende Resultate:

## Fünfte Versuchsreihe.

## Erste Lichtstärke.

Dauer der Silberung	Ablesungen	
	A	B
0' 15"	140,6	140,5
1 0	139,0	140,0
8 0	139,6	139,0

## Zweite Lichtstärke.

Dauer der Silberung	Ablesungen	
	A	B
0' 15"	91,0	91,0
1 0	91,5	90,5
8 0	91,5	92,0

## Dritte Lichtstärke.

Dauer der Silberung	Ablesungen
	A
0' 15"	45,9
1 0	47,1
8 0	45,0

## Vierte Lichtstärke.

Dauer der Silberung	Ablesungen
	A
0' 15"	89,9
1 0	90,0
8 0	89,2

Es ergibt sich aus diesen Versuchen die Thatsache: daß die Empfindlichkeit des Papiers unverändert dieselbe bleibt, mag die Silberlösung 15 Sekunden oder 8 Minuten mit dem gesalzenen Papier in Berührung gewesen seyn.

Verkürzt man die Zeit der Silberung noch unter 15 Sekunden, so gelangt man an eine Gränze, wo die Chlorsilberschicht in hohem Grade unempfindlich wird.

Es schien uns noch besonders nothwendig, durch Versuche zu ermitteln, wie lange man ein Silberbad benutzen kann, ohne daß dessen Gehalt an salpetersaurem Silberoxyd unter 8 auf 100 Wasser herabsinkt, unter die Gränze nämlich, wo die Empfindlichkeit des Papiers ungleich werden kann. Wir fanden durch die Versuche, daß bei jeder Silberung eines Papierblattes dem Silberbade etwas mehr salpetersaures Silberoxyd als Wasser entzogen wird, daß man aber  $\frac{2}{3}$  einer Lösung, die auf 100 Wasser  $12\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_3$  enthält, aufbrauchen kann, ohne daß der Silbergehalt von 12 auf 8 herabsinkt. Aus einer Silberlösung von der bezeichneten Stärke nimmt 1 Quadratdecimeter Papier höchstens 0,01 Grm. salpetersaures Silberoxyd in Anspruch.

Da mit der Erschöpfung des Silberbades nicht nur eine Verringerung an Silbersalz, sondern zugleich auch die Bil-

lung von salpetersaurem Natron verbunden ist, welches möglicherweise als Contactsubstanz auf die Empfindlichkeit des Papiers einwirken könnte, so haben wir es nicht für überflüssig gehalten, durch die nachstehenden Versuche auch noch ein altes, lange gebrauchtes Silberbad mit einem frisch bereiteten zu vergleichen. Die Zahlen zeigen, daß eine solche Contactwirkung nicht stattfindet.

## Sechste Versuchsreihe.

Silberlösung	Erste Lichtstärke		Zweite Lichtstärke
	A	B	A
lange gebraucht	130,2	130,8	73,0
frisch bereitet	130,0	131,5	73,4
frisch bereitet	130,8	130,9	73,2
lange gebraucht	130,0	130,3	74,0

Wie lange gesilbertes Papier nach dem Trocknen im Dunkeln vor der Insolirung ohne Aenderung der Lichtempfindlichkeit aufbewahrt werden kann, ist aus folgenden Versuchen ersichtlich, bei welchen ein Papier benutzt wurde, das mit zwölfprocentiger Silberlösung präparirt war.

## Siebente Versuchsreihe.

Dauer der Aufbewahrung	Erste Lichtstärke		Dauer der Aufbewahrung	Zweite Lichtstärke	Dauer der Aufbewahrung	Dritte Lichtstärke
	A	B		A		A
1 Stunde	100,0	101,0	5 Stunden	99,3	5 Stunden	111,8
5 Stunden	98,9	99,0	6 Stunden	98,6	6 Stunden	109,8
9 Stunden	100,0	101,0	7 Stunden	98,8	7 Stunden	109,4
			8 Stunden	98,4	8 Stunden	109,8

Dauer der Aufbewahrung	Vierte Lichtstärke		Dauer der Aufbewahrung	Fünfte Lichtstärke
	A	B		A
4 Stunden	99,8	99,7	4 Stunden	99,2
15 Stunden	100,8	101,0	15 Stunden	100,0

Nach der Insolirung kann das Papier ohne seine Färbung zu verändern, mindestens 17 Stunden im Dunkeln aufbewahrt werden, wie die folgenden Versuche zeigen.



Zeit der Aufbewahrung nach Inso- lation	0h 15'	1h 40'	3h 40'	6h 30'	15h 0'	17h 0'	41h
Erste Lichtstärke	139,1	137,4	138,5	140,3	137,8	139,9	133,2
Zweite Lichtstärke	69,1	68,6	68,6	68,9	68,5	67,8	66,0
Dritte Lichtstärke	46,1	47,1	48,3	48,2	47,9	47,5	44,8

b) *Salzung des Papiers.* Läßt man Papier nur auf der Oberfläche einer Chlornatriumlösung schwimmen, wie es bei der Erzeugung einer Chlorsilberschicht auf der Silberlösung geschieht, so erhält man nach dem Trocknen und Silbern desselben ein Präparat von höchst ungleicher Empfindlichkeit, wie die nachstehenden Versuche zeigen, bei welchen dasselbe Papierblatt jedesmal an drei verschiedenen, 1 Decimeter von einander abliegenden Stellen, durch je zwei von verschiedenen Beobachtern angestellten Ablesungen *A* und *B* geprüft wurde. Die drei Ablesungen fielen, wie man sieht, stets erheblich verschieden aus, was nicht der Fall hätte seyn können, wenn die Empfindlichkeit der sensiblen Schicht überall eine gleiche gewesen wäre.

Achte Versuchsreihe.

Papierblatt	Erste Lichtstärke.		Zweite Lichtstärke.		Dritte Lichtstärke.		Vierte Lichtstärke.	
	2 Proc.		4 Proc.		7 Proc.		8 Proc.	
	Na Cl - Lösung		Na Cl - Lösung		Na Cl - Lösung		Na Cl - Lösung	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
am oberen Theile	100,0	100,0	96,3	—	114,4	115,0	94,0	93,0
am mittleren Theile	116,5	117,5	100,0	—	122,6	122,5	99,0	99,6
am unteren Theile	—	—	122,2	—	141,0	140,8	109,6	109,6

Da es sich bei diesen Versuchen zeigte, daß die Empfindlichkeit stets an den nach unten gekehrten Stellen des beim Trocknen vertikal aufgehängten Papiers zunahm, an den Stellen also, wo die Durchtränkung mit der Kochsalzlösung eine andauernde und vollständigere seyn mußte, so versuchten wir ein constantes Maximum der Imbibition da-

durch zu erreichen, daß wir das Papier ganz eingetaucht 5 Minuten lang in der Kochsalzlösung liegen ließen. Die letztere enthielt 4 Procent Kochsalz, die Silberlösung auf 100 Wasser 12 salpetersaures Silberoxyd. Die Dauer der Kochsalzinbibirung war dieselbe wie bei den vorhergehenden Versuchen.

## Neunte Versuchsreihe.

Einziges Papierblatt	Erste Lichtstärke		Zweite Lichtstärke		Dritte Lichtstärke		Vierte Lichtstärke	
	A	B	A	B	A	B	A	B
aus oberem Theile	96,9	98,0	121,6	120,2	72,0	72,0	87,5	87,8
aus mittlerem Theile	97,0	95,2	121,6	120,0	72,6	72,0	87,0	87,8
aus unterem Theile	97,5	98,0	122,5	—	—	—	88,0	87,5

3 Papierblätter		Erste Lichtstärke		Zweite Lichtstärke	Dritte Lichtstärke	
		A	B		A	B
No. 1	aus oberem Theile	83,6	83,8	69,7	87,0	86,5
No. 2	aus mittlerem Theile	84,2	84,0	69,7	87,3	87,8
No. 3	aus unterem Theile	85,5	85,6	69,2	88,0	88,0

Aus folgenden Versuchen läßt sich der Einfluß entnehmen, welchen der Kochsalzgehalt der Lösung auf die Empfindlichkeit des Papiers ausübt. Die Silberung der verschieden gesalzten Papiere geschah stets mit einer Lösung, welche auf 100 Th. Wasser 12 Th. salpetersaures Silberoxyd enthielt.

## Zehnte Versuchsreihe.

Erste Lichtstärke.			Zweite Lichtstärke.		
Kochsalz auf 100 VVasser	A	B	Kochsalz auf 100 VVasser	A	B
1	62,6	60,4	4	93,2	93,0
2	95,7	94,7	5	92,9	93,3
3	132,6	129,6	6	111,5	113,2
4	167,0	168,0			

Dritte Lichtstärke.			Vierte Lichtstärke.		Fünfte Lichtstärke.		
Kochsalz auf 100 VVasser	A	B	Kochsalz auf 100 VVasser	A	Kochsalz auf 100 VVasser	A	B
6	67,6	68,6	13	154,5	12	69,0	70,0
8	83,4	83,7	14,5	159,6	15	75,0	78,5
10	94,7	93,7	16	161,6	18	95,0	95,0
12	97,0	95,0			21	94,5	95,0

Ein Blick auf diese Zusammenstellung zeigt:

dafs sich mit steigendem Kochsalzgehalt die Empfindlichkeit des Papiers fortwährend in raschem Maafse steigert, und dafs es, soweit unsere Beobachtungen reichen, keine Gränzen giebt, wo eine weitere Vermehrung oder Verminderung des Kochsalzgehaltes ohne Einflufs auf die Empfindlichkeit bliebe.

Um constante Resultate zu erhalten ist es daher nöthig, eine Lösung von stets gleichem Kochsalzgehalt anzuwenden. Wir haben uns für eine Lösung entschieden, welche 3 Proc. Kochsalz enthält; dieselbe gewährt den Vortheil, dafs das damit getränkte Papier fast genau gleichviel Kochsalz und Wasser aufnimmt. — 225 Cubikcentimeter einer solchen Lösung änderte ihren Kochsalzgehalt nur von 2,9489 Proc. auf 2,953 Proc., nachdem 0,72 Quadratmeter Papier darin gesalzt waren. Bei einem anderen Versuche vermehrte sich der Procentgehalt einer 10 Liter betragenden Kochsalzlösung nach dem Durchtränken von 4½ Quadratmeter Papier nur von 2,97 auf 3,08. Mit einer Lösung, welche 60 Grm. Kochsalz enthält, wird man daher

mindestens gegen 5 Quadratmeter Papierfläche salzen können, ohne befürchten zu müssen, den Salzgehalt der Flüssigkeit zu sehr zu ändern.

c) *Einfluss des Papiers.* Wir haben uns, um diesen Einfluss festzustellen, auf die Untersuchung dreier möglichst an Dicke verschiedener Papiersorten beschränkt, welche ziemlich die Extreme der zum Photographiren benutzten Papiere darstellen.

Von der ersten mit (a) bezeichneten Sorte wog 1 Quadratdecimeter 0,354 Grm., von der zweiten (b) 0,732 Grm., und von der dritten (c) 0,876 Grm. Aus unseren ersten Versuchen mit diesen Papieren glaubten wir schliessen zu müssen, dass die verschiedene Dicke derselben den wesentlichsten Einfluss auf die Empfindlichkeit, bei einer im Uebrigen ganz gleichen Präparation, ausübe. So gaben z. B. jene drei ganz gleich präparirte und insolirte Papiere nicht gleiche, sondern folgende Ablesungen:

Papiere	Einige Lichtstärke
a	90,0
b	75,3
c	72,5

Wir überzeugten uns indessen bald, dass dieser Mangel an Uebereinstimmung keineswegs auf Verschiedenheiten in der Empfindlichkeit des Papiers beruhte, sondern lediglich auf der Diaphanität desselben. Es genügte, die Transparenz durch ein untergelegtes weisses Papierblättchen zu beseitigen, um statt der obigen die nachstehenden Ablesungen zu erhalten:

Papiere	Einige Lichtstärke
a	73,6
b	73,6
c	72,0.

Aus der folgenden Versuchsreihe sieht man weiter noch, dass, wenn der Einfluss der Diaphanität durch ein untergelegtes weisses Papier beseitigt wird, kein Unterschied in der Schwärzung mehr zu bemerken ist.

## Elfte Versuchsreihe.

Papier	Kochsalz auf 100 Wasser	Salp. Silber- oxyd auf 100 Wasser	Erste Lichtstärke		Zweite Lichtstärke.
			A	B	A
(a)	2	12	73,0	71,0	109,5
(b)	2	12	73,0	73,0	112,0
(c)	2	12	69,5	73,6	109,5

Papier	Kochsalz auf 100 Wasser	Salp. Silber- oxyd auf 100 Wasser	Erste	Zweite	Dritte
			Lichtstärke.	Lichtstärke.	Lichtstärke.
(a)	16	12	89,3	120,0	142,4
(b)	16	8	91,0	120,0	142,9
(c)	16	10	90,0	120,0	141,9

Man darf daher annehmen:

dafs die Dicke weifser, zum Photographiren tauglicher Papiere ohne Einflufs auf die Empfindlichkeit derselben ist.

d) *Einflufs der atmosphärischen Temperatur und Feuchtigkeit.* Um diesen Einflufs kennen zu lernen, klebten wir ein völlig gleich präparirtes, lufttrockenes Papier auf Blechkasten, die mit Wasser von verschiedener Temperatur angefüllt waren, und setzten diese Papiere gleichzeitig während derselben Zeitdauer derselben Lichtintensität aus. Es zeigten sich bei keinem der so behandelten Papiere gröfsere Abweichungen in den Ablesungen, als den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern entsprechen, wie man aus der nachstehenden Tabelle ersieht.

## Zwölfte Versuchsreihe.

Erste Lichtstärke								Zweite Lichtstärke.			
Temperatur + 3°		Temperatur + 50°		Temperatur + 3°		Temperatur + 50°		Temperatur + 4°		Temperatur + 30°	
A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
89,2	88,3	88,0	89,0	88,2	88,5	88,0	88,5	81,6	80,6	81,6	80,6

Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß die Unterschiede in den atmosphärischen Temperaturen und Feuchtigkeitsgraden auf die Empfindlichkeit des Papiers ohne Einfluß sind.

Aus den oben mitgetheilten Versuchsreihen lassen sich leicht die Bedingungen entnehmen, unter welchen ein Papier von constanter Empfindlichkeit erhalten werden kann. Wir wählen folgende Vorschrift für ein festzusetzendes Normalpapier, durch dessen Anwendung sich überall vergleichbare, von Ort und Zeit unabhängige Messungen ausführen lassen.

e) *Herstellung des Normalpapiers.* 300 Grm. reines Kochsalz werden in 10 Liter Wasser gelöst und in einen reinen, für die zu salzenden Papierbogen hinlänglich großen Kasten von Zinkblech gegossen. In diese Lösung senkt man die an zwei diametralen Ecken mit der Hand herabhängend gehaltenen 0,3 Quadratmeter großen Papierbogen unter die Flüssigkeit völlig ein, und versetzt die letztere in eine hin- und herfließende Bewegung, um alle dem Papiere anhängenden Luftblasen zu entfernen. Nach 5 Minuten langem Verweilen in der Flüssigkeit wird der Bogen herausgenommen und vertical herabhängend getrocknet. Die angewandten 10 Liter Flüssigkeit reichen hin, um 70 solche Papierbogen von 0,3 Quadratmeter Oberfläche nach einander oder zu verschiedenen Zeiten zu präpariren. Das so bereitete Papier kann Monate lang aufbewahrt werden, ohne seine Anwendbarkeit zu verlieren.

Die Silberung geschieht, unter den bei dem Photographiren üblichen Vorsichtsmaßregeln, nachdem der 0,3 Quadratmeter große Bogen in vier gleiche Theile zerschnitten ist, in einem passenden Glasgefäße mit flachem Boden, worin sich eine Lösung von 120 Grm. salpetersaurem Silberoxyd in 1 Liter Wasser befindet. Die Zeit, während welcher das Papier auf der Oberfläche des Silberbades schwimmend erhalten wird, beträgt 2 Minuten. Das angewandte Liter Silberflüssigkeit reicht aus, um 500 jener zerschnittenen Blätter zu silbern, wodurch die Flüssigkeit un-

gefähr auf die Hälfte ihres Volumens verringert wird. Dieses Normalpapier kann nach dem Trocknen an der Luft 15 bis 24 Stunden im Dunkeln aufbewahrt werden, ohne daß sich an demselben eine bemerkbare Aenderung in der Lichtempfindlichkeit zeigt.

Es ist kaum nöthig zu bemerken, daß man, mit Beibehaltung der angegebenen Verhältnisse, auch beliebig kleinere Mengen des Normalpapiers herstellen kann.

Wir geben nachstehend noch eine Reihe von Versuchen, aus welchen ersichtlich ist, daß solches zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen präparirte Normalpapier stets von constanter und auf seiner ganzen Fläche gleichmäßiger Empfindlichkeit erhalten wird.

Dreizehnte Versuchsreihe.

Papier	Erste Lichtstärke		Zweite Lichtstärke	
	A	B	A	B
oberer Theil	115,0	115,0	129,4	126,6
mittlerer Theil	115,4	116,4	129,0	127,2
unterer Theil	116,0	115,4	129,5	128,0

Das besonders bereitete Normalpapier, auf welches sich diese Tabelle bezieht, bildete einen 0,3 Quadratmeter großen Bogen. Die zur Prüfung an verschiedenen Stellen daraus genommenen Proben lagen ungefähr 25 Centimeter weit von einander ab.

Um zu zeigen, daß auf einer großen Anzahl mit derselben Kochsalzlösung präparirter Blätter sich keine Ungleichheiten in der Empfindlichkeit zeigen, geben wir noch die in der folgenden Tabelle zusammengestellte Vergleichung von achtzehn solcher 0,075 Quadratmeter großer Blätter eines mit Kochsalzlösung von 2,95 Proc. bereiteten Normalpapiers.



Papier	Erste Lichtstärke		Papier	Zweite Lichtstärke	
	A	B		A	B
mittlerer Theil vom Blatt 1	98,0	98,3	oberer Theil vom Blatt 1	88,0	88,0
mittlerer Theil vom Blatt 9	98,3	98,9	mittlerer Theil vom Blatt 8	89,5	89,5
mittlerer Theil vom Blatt 18	98,0	99,0	unterer Theil vom Blatt 17	89,5	89,5

Papier	Dritte Lichtstärke		Papier	Vierte Lichtstärke	
	A	B		A	B
oberer Theil vom Blatt 2	69,0	69,5	unterer Theil vom Blatt 4	70,5	70,0
mittlerer Theil vom Blatt 4	69,5	70,8	unterer Theil vom Blatt 12	70,2	70,0
mittlerer Theil vom Blatt 11	69,3	70,0	oberer Theil vom Blatt 16	70,0	71,0
			oberer Theil vom Blatt 18	70,5	70,5

Papier	Fünfte Lichtstärke		Papier	Sechste Lichtstärke	
	A	B		A	B
oberer Theil vom Blatt 4	99,5	99,9	unterer Theil vom Blatt 8	63,9	62,5
mittlerer Theil vom Blatt 6	100,5	100,0	mittlerer Theil vom Blatt 16	62,5	62,5
unterer Theil vom Blatt 9	101,0	101,0	oberer Theil vom Blatt 17	61,8	61,5

Die folgenden Tabellen beziehen sich auf drei gleichprocentige Kochsalzlösungen von verschiedener Bereitung, deren Kochsalzgehalt durch Silbertitration bestimmt und in der ersten verticalen Zahlencolumne angegeben ist. In jeder dieser Salzlösungen wurden drei Papierblätter von 0,075 Quadratmeter Oberfläche präparirt, und dann nach der oben angegebenen Vorschrift gesilbert. Auch hier zeigt sich, wie man sieht, dieselbe Uebereinstimmung wie in den obigen Versuchen.

Papier	Kochsalz auf 100 Wasser	Erste Lichtstärke	Zweite Lichtstärke
oberer Theil vom Blatt 2	3,026	87,0	75,4
mittlerer Theil vom Blatt 3	2,950	86,3	74,4
mittlerer Theil vom Blatt 2	3,028	86,0	74,9
unterer Theil vom Blatt 2	3,000	85,9	74,4

Papier	Kochsalz auf 100 Wasser	Erste Lichtstärke		Zweite Lichtstärke	
		A	B	A	B
oberer Theil vom Blatt 2	2,950	77,5	76,5	89,0	87,0
mittlerer Theil vom Blatt 1	3,026	77,0	77,5	89,0	88,0
mittlerer Theil vom Blatt 3	3,000	78,2	78,0	90,1	93,0
unterer Theil vom Blatt 2	3,026	78,9	78,5	89,9	90,9

Papier	Kochsalz auf 100 Wasser	Erste Lichtstärke
oberer Theil vom Blatt 3	2,950	86,2
mittlerer Theil vom Blatt 3	3,028	87,0
mittlerer Theil vom Blatt 2	3,000	86,8
unterer Theil vom Blatt 2	3,028	87,5

Papier	Kochsalz auf 100 Wasser	Erste Lichtstärke		Zweite Lichtstärke	
		A	B	A	B
oberer Theil vom Blatt 2	2,950	70,2	70,0	101,3	101,5
unterer Theil vom Blatt 2	3,026	70,6	69,3	101,5	101,7
mittlerer Theil vom Blatt 1	3,026	70,0	69,5	100,9	100,9
mittlerer Theil vom Blatt 3	3,000	70,0	70,4	101,0	100,0

Man kann es daher als ausgemacht betrachten: daß das nach der von uns gegebenen Vorschrift bereitete photographische Normalpapier von hinlänglich gleichbleibender Lichtempfindlichkeit ist, um zu photochemischen Messungen dienen zu können.

3) Eine zur Feststellung der Maafseinheit geeignete Schwärzung von völlig gleicher und unveränderlicher Beschaffenheit, die sich jederzeit leicht wiederherstellen läßt, erhält man auf die Weise, daß man Zinkoxyd und Lampenschwarz in einem bestimmten Verhältniß mit einander mischt und so lange zusammenreibt, bis bei noch weiterem Zerreiben keine Aenderung in der Schwärzung mehr eintritt. Das Zinkoxyd wird auf nassem Wege chemisch rein dargestellt und in einem verschlossenen Platintiegel 5 Minuten lang schwach rothglühend erhalten. Den Lampenrufs verschafft man sich dadurch chemisch rein, daß man eine Terpentinöllampe unter einer großen, durch Wasser kalt erhaltenen Porzellanschale brennen läßt, und den abgesetzten Rufs in einem bedeckten Platintiegel 5 Minuten lang der Rothglühhitze aussetzt. Man gewinnt dadurch ein höchst zartes, impalpables Pulver, welches ohne jede Spur von Asche verbrennt.

Versuche zeigten uns, daß die Schwärzung, welche man durch Mischung von 1000 Th. Zinkoxyd mit 1 Th. dieses Rufs erhält, gerade eine solche ist, an welcher das Auge noch die kleinsten Unterschiede wahrnehmen kann, was bei erheblich größerem oder geringerem Rufsatz nicht mehr möglich ist. Wir haben daher das Verhältniß von 1 Th. Lampenrufs auf 1000 Th. Zinkoxyd als Normalschwärzung angenommen. Als Bindemittel wurden diesem Gemenge Wasser zugefügt, in welchem ungefähr  $\frac{1}{1000}$  Hausenblase gelöst war. Bei der Bereitung des Gemisches zeigte sich die auffallende Erscheinung, daß dessen Dunkelheit anfangs beim Zerreiben mit Wasser auf einem Reibstein und nachherigem Trocknen allmählich zunahm, bis eine Gränze eintrat, wo, bei noch fortgesetztem wiederholtem Reiben und Trocknen, keine Aenderung mehr bemerkbar wurde, wie

man aus den nachstehenden, auf einem fixirten Streifen mit abfallender Schwärzung ausgeführten Ablesungen gleicher Schwärzung ersehen kann.

Erste Darstellung	A	B	Mittel
Nach dem ersten Reiben	66,0	66,2	66,1
Nach dem zweiten Reiben	72,9	72,5	72,7
Nach dem dritten Reiben	72,4	72,6	72,5
Nach dem vierten Reiben	72,8	73,0	72,9

Um ein vollkommen constantes Präparat zu erhalten, muß die Mischung eine Stunde lang auf dem Reibstein mit Wasser gerieben, darauf im Wasserbade getrocknet, und müssen diese Operationen so lange wiederholt werden, bis sich das auf einem Streifen mit abfallender Schwärzung geprüfte Präparat als unveränderlich erweist. Vier unabhängig in verschiedenen Quantitäten vorgenommene Darstellungen zeigen, nach der in folgender Tabelle enthaltenen Prüfung, diese Unveränderlichkeit in der befriedigendsten Weise.

	A	B	A	B	Mittel
Erste Darstellung	72,0	71,8	71,5	72,5	71,95
Zweite Darstellung	72,5	72,0	72,0	72,0	72,12
Dritte Darstellung	72,9	73,0	—	—	72,95
Vierte Darstellung	72,0	72,0	72,2	73,2	72,35

Man darf es daher als ausgemacht betrachten:

dafs die als Mittel zu Maafsbestimmungen angenommene Normalschwärze jederzeit von gleicher und unveränderlicher Beschaffenheit hergestellt werden kann.

Nachdem wir im Vorhergehenden gezeigt haben, wie sich ein photographisches Normalpapier von stets gleicher Empfindlichkeit und eine Normalschwärzung von gleichbleibender Beschaffenheit herstellen lassen, bieten allgemein vergleichbare photochemische Messungen des gesammten Ta-

geslichtes keine Schwierigkeit mehr dar, wenn man den von uns in einem weiten Umfange bewiesenen Satz zu Hülfe nimmt, daß gleiche Producte von Lichtintensität und Insulationsdauer gleiche Schwärzungen bedingen.

Als Maafseinheit solcher Messungen nehmen wir diejenige Lichtintensität an, welche in einer Sekunde auf unserem photographischen Normalpapier die Normalschwärze hervorbringt.

Insolirt man Normalpapier mittelst des Pendelapparats, so erhält man einen von Schwarz in Weiß allmählig abfallenden Streifen. Bestimmt man auf diesem Streifen mittelst eines mit Normalschwärze bedeckten Papierblättchens in der Vorrichtung Fig. 3 Taf. VII den Punkt gleicher Schwärzung, so giebt die diesem Punkte entsprechende Millimeterablesung in der ersten Columnne der Tabelle I die Insulationsdauer  $t$  in Sekunden an, welche zu dieser Normalschwärzung nöthig war. Wäre diese Insulationsdauer 1 Sekunde gewesen, so würde, der obigen Definition unserer Maafseinheit zufolge, die wirkende Lichtintensität  $J = 1$  gewesen seyn. Für eine andere Insulationsdauer  $t$  muß daher die gesuchte Intensität der chemischen Strahlen  $\frac{1}{t}$  seyn, wie sich leicht aus dem Satze ergibt, daß gleiche Producte aus Lichtintensität und Insulationsdauer gleiche Schwärzung bedingen. Die nachfolgende Tabelle II giebt für eine Pendelschwingung diese Intensitäten in Columnne II für die den Millimeter-Ablesungen in Columnne I entsprechenden Punkte gleicher Schwärzung des Probeblättchens und Streifens. Für  $n$  Pendelschwingungen erhält man die gesuchten Intensitäten durch Division der Zahlen in Columnne II durch  $n$ .

Tabelle II.

I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
Millm.	Intensität	Millm.	Intensität	Millm.	Intensität	Millm.	Intensität
0	0,834	47	1,079	94	1,411	141	2,078
1	0,839	48	1,085	95	1,420	142	2,103
2	0,844	49	1,090	96	1,429	143	2,128
3	0,849	50	1,096	97	1,439	144	2,153
4	0,853	51	1,102	98	1,448	145	2,179
5	0,858	52	1,108	99	1,458	146	2,207
6	0,864	53	1,114	100	1,467	147	2,235
7	0,869	54	1,120	101	1,477	148	2,263
8	0,874	55	1,127	102	1,487	149	2,291
9	0,879	56	1,133	103	1,497	150	2,320
10	0,884	57	1,139	104	1,507	151	2,354
11	0,889	58	1,145	105	1,517	152	2,389
12	0,894	59	1,151	106	1,528	153	2,424
13	0,899	60	1,156	107	1,539	154	2,459
14	0,904	60	1,163	108	1,551	155	2,494
15	0,909	62	1,170	109	1,563	156	2,537
16	0,914	63	1,176	110	1,575	157	2,580
17	0,919	64	1,183	111	1,586	158	2,623
18	0,924	65	1,190	112	1,598	159	2,666
19	0,929	66	1,197	113	1,610	160	2,710
20	0,935	67	1,203	114	1,622	161	2,763
21	0,940	68	1,209	115	1,634	162	2,816
22	0,945	69	1,215	116	1,647	163	2,869
23	0,950	70	1,221	117	1,660	164	2,923
24	0,955	71	1,228	118	1,673	165	2,977
25	0,961	72	1,235	119	1,686	166	3,048
26	0,966	73	1,242	120	1,700	167	3,119
27	0,971	74	1,249	121	1,715	168	3,190
28	0,976	75	1,256	122	1,730	169	3,262
29	0,981	76	1,263	123	1,745	170	3,334
30	0,986	77	1,270	124	1,760	171	3,437
31	0,992	78	1,277	125	1,776	172	3,534
32	0,997	79	1,285	126	1,792	173	3,650
33	1,002	80	1,293	127	1,808	174	3,759
34	1,007	81	1,301	128	1,824	175	3,891
35	1,012	82	1,309	129	1,840	176	4,016
36	1,018	83	1,317	130	1,856	177	4,167
37	1,023	84	1,325	131	1,874	178	4,367
38	1,029	85	1,333	132	1,892	179	4,566
39	1,034	86	1,342	133	1,911	180	4,807
40	1,040	87	1,350	134	1,930	181	5,051
41	1,046	88	1,359	135	1,949	182	5,348
42	1,051	89	1,367	136	1,969	183	5,682
43	1,057	90	1,376	137	1,990	184	6,212
44	1,062	91	1,385	138	2,011	185	6,848
45	1,068	92	1,394	139	2,032	186	7,633
46	1,074	93	1,402	140	2,053	187	8,620

Die Beobachtungen selbst werden auf die im Eingange dieser Arbeit ausführlich angegebene Weise angestellt.

Um eine Reihe Beobachtungen hinter einander auszuführen, lüftet man die Schraube  $k$  (Fig. 1 Taf. VII), und zieht den Schieber  $G$  nach je einem Versuche um etwas mehr als eine Schlitzbreite hervor.

Die Ablesungen geschehen auf die ebenfalls im Eingange unserer Arbeit angegebene Art, mit dem Apparate Fig. 3, indem man das Loch in der Platte Fig. 4 zur Hälfte durch ein Papierblättchen ausfüllt, das mit einer dicken Schicht der Normalschwärze bestrichen ist. Man schneidet den scharfen Rand dieses Probescheibchens, so lange der Anstrich noch etwas feucht ist, und zwar mit einer solchen Stellung der Scheere scharf ab, daß der weiße Schnitttrand des Papiers bei senkrechter Betrachtung des Probescheibchens nicht sichtbar ist. Besonders sorgfältig hat man darauf zu achten, daß das Probescheibchen vollkommen lufttrocken ist, und der weiße Untergrund des Schiebers  $a$  (Fig. 3) keine dunklen Schmutzflecke zeigt, welche durch das Papier der zu prüfenden Streifen durchschimmern und die Messungen stören könnten. Ebenso darf das Probescheibchen nicht von zu durchscheinendem Papier genommen werden. Jede Einstellung des Probescheibchens wird, unabhängig von der vorhergehenden Ablesung, 5 bis 6 mal wiederholt und das Mittel aus den gewonnenen Ablesungen genommen.

Wir geben als Beispiele solcher Messungen einige Beobachtungen, welche die auf ein horizontales Flächenelement vom Himmelsgewölbe und der Sonne während der Tagesstunden ausgeübte chemische Wirkung darstellen. Sämmtliche Beobachtungen, welche in nachstehender Tabelle III zusammengefaßt sind, wurden in Manchester angestellt, und beziehen sich ausschließlich auf Tage, an welchen die Sonne, bei wechselnder Bewölkung des Himmels, bald zum Vorschein kam, bald hinter Wolken verschwand. Diese Tagesbeobachtungen sind Fig. 5 Taf. VII in Curven dargestellt, deren Maxima und Minima sehr genau mit dem Verschwinden und Erscheinen der Sonne übereinstimmen.

10<sup>a</sup>  
10  
10  
10  
10  
11  
11  
11  
11  
11  
12  
12  
12  
12  
12  
1  
1  
1  
1  
1  
1  
2  
2  
2  
2  
2  
3  
3

9<sup>a</sup>  
9  
10  
10  
10  
10  
10  
11  
11  
11  
11

Po



Tabelle III.

$t$	$i$	$n$	$\frac{i}{n} = J$	$t$	$i$	$n$	$\frac{i}{n} = J$
Mittwoch, 18 Dec. 1861.				11 <sup>h</sup> 41' a.m.	1,73	80	0,0216
10 <sup>h</sup> 6' a.m.	1,05	124	0,00847	11 51 "	1,69	61	0,0277
10 16 "	2,49	170	0,0147	12 1 p.m.	1,66	60	0,0277
10 26 "	1,60	100	0,0160	12 11 "	1,54	50	0,0308
10 36 "	1,49	90	0,0166	12 21 "	1,49	50	0,0298
10 47 "	1,47	100	0,0147	12 41 "	1,10	50	0,0519
10 56 "	1,34	80	0,0168	12 51 "	1,37	65	0,0211
11 6 "	1,47	80	0,0184	1 1 "	1,02	50	0,0204
11 16 "	1,59	100	0,0159	1 11 "	1,12	65	0,0172
11 26 "	1,41	80	0,0176	1 21 "	1,56	90	0,0173
11 36 "	1,39	75	0,0185	1 36 "	1,69	86	0,0197
11 46 "	1,25	80	0,0156	1 46 "	1,75	100	0,0175
11 56 "	1,46	66	0,0221	1 56 "	1,54	100	0,0154
12 6 p.m.	1,52	60	0,0253	2 6 "	1,22	100	0,0122
12 16 "	1,42	50	0,0284	2 16 "	1,40	120	0,0117
12 26 "	1,42	45	0,0316	2 27 "	1,59	160	0,00994
12 36 "	1,20	40	0,0300	2 45 "	1,50	180	0,00833
12 46 "	0,92	80	0,0115	2 53 "	1,25	160	0,00781
12 57 "	1,02	120	0,0085	3 8 "	1,45	250	0,00580
1 6 "	1,19	90	0,0132	3 21 "	1,72	500	0,00344
1 16 "	1,38	75	0,0184	Mittwoch, 30. Juli 1862.			
1 26 "	1,22	65	0,0188	7 <sup>h</sup> 0' a.m.	0,88	60	0,0147
1 36 "	1,05	50	0,0210	7 20 "	0,85	32	0,0266
1 47 "	0,84	60	0,0140	7 35 "	1,07	25	0,0428
1 56 "	1,26	100	0,0126	7 50 "	0,89	16	0,0556
2 10 "	1,36	150	0,00906	8 0 "	0,83	10	0,0830
2 22 "	1,34	150	0,00893	8 35 "	0,92	12	0,0767
2 32 "	1,41	160	0,00881	9 0 "	1,33	15	0,0887
2 42 "	1,55	200	0,00775	9 5 "	1,20	10	0,1200
2 52 "	1,36	225	0,00529	9 30 "	1,22	7	0,1740
3 5 "	1,56	400	0,00390	10 10 "	1,12	5	0,2240
3 25 "	1,53	450	0,00340	10 20 "	0,91	5	0,1820
Donnerstag, 19. Dec. 1861.				10 30 "	0,83	10	0,0830
9 <sup>h</sup> 39' a.m.	1,79	120	0,0149	11 0 "	0,86	11	0,0782
9 49 "	2,10	150	0,0140	11 30 "	0,86	4	0,2150
10 1 "	1,89	120	0,0157	12 0 "	0,86	3	0,2870
10 21 "	1,93	100	0,0193	12 30 p.m.	0,86	3	0,2870
10 31 "	1,72	80	0,0215	1 30 "	0,88	6	0,1470
10 41 "	2,05	80	0,0258	2 0 "	1,11	8	0,1390
10 51 "	1,66	80	0,0208	2 30 "	1,93	13	0,1490
11 1 "	1,93	90	0,0215	3 0 "	1,22	9	0,1360
11 11 "	1,91	80	0,0239	4 0 "	1,27	15	0,0846
11 21 "	1,91	80	0,0239	4 35 "	1,22	18	0,0678
11 31 "	1,91	80	0,0239	5 0 "	1,49	20	0,0745
				5 30 "	1,34	25	0,0536
				6 0 "	1,24	40	0,0310

Es ist schon aus diesen wenigen Beobachtungen ersichtlich, wie mächtige Unterschiede in der chemischen Wirksamkeit des Himmels- und Sonnenlichtes in den kürzesten und längsten Tagen stattfinden.

Zum Schlusse dieser Abhandlung bemerken wir noch, dafs es leicht ausführbar seyn wird, mit Hülfe des beschriebenen Pendelapparates ein leicht zu handhabendes Instrument zu construiren, mit dem sich auf wenigen Quadratzoll Normalpapier eine grofse Anzahl allgemein vergleichbarer Messungen ausführen lassen. Wir versparen die Beschreibung eines solchen Apparates auf eine spätere Zeit.

Manchester, den 25. September 1862.

## II. *Experimentelle Untersuchungen über Kummer'sche Strahlenbündel; von G. Quincke.*

(Auszug aus d. Monatsbericht d. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin, Juli 1862; nebst einem Zusatz.)

**H**r. Kummer hat gefunden <sup>1)</sup>, daß die geraden Lichtstrahlen eines unendlich dünnen Strahlenbündels innerhalb desselben Mediums im Allgemeinen durch zwei gerade Linien hindurchgehen, welche auf der Axe des Strahlenbündels senkrecht stehen, und in der Folge die *Brennlinien* des Strahlenbündels oder Strahlensystems heißen sollen. Die Durchschnittspunkte dieser Linien mit der Axe des Strahlenbündels heißen die *Brennpunkte*, und die beiden durch die Axe und die geraden Linien gelegten Ebenen die *Focalebenen* des Systems. Je nachdem die Focalebenen einen rechten, spitzen oder einen imaginären Winkel mit einander bilden, in welchem letzteren Falle also Focalebenen und Brennlinien des Strahlensystems imaginär sind, unterscheidet Hr. Kummer *Strahlenbündel der ersten, zweiten und dritten Art*.

Ist die Wellenfläche eine Kugelfläche, so stehen die Focalebenen oder Brennlinien auf einander senkrecht; dies würde also der Fall seyn bei einem isotropen Medium oder den ordinären Strahlen eines optisch einaxigen Krystalls.

Ist die Wellenfläche ein Rotationsellipsoid, wie bei den extraordinären Strahlen eines optisch einaxigen Krystalls, so bilden die Focalebenen im allgemeinen einen Winkel mit einander, der von der Lage der Focalebenen gegen die Krystallaxe abhängt und nur dann ein rechter ist, wenn die optische Axe in einer der beiden Focalebenen liegt. Dreht man die erste Focalebene um einen Winkel, welcher für alle einaxigen Krystalle nur sehr wenig von  $45^\circ$  abweicht, aus der Lage, in der beide Focalebenen auf einan-

1) Borchardt's Journ. Bd. 57 S. 189. Monatsberichte d. Berl. Akad. 1860. S. 469 sqq.

der senkrecht stehen, so erhält man diejenige Lage der beiden Focalebenen, in der sie den kleinsten Winkel mit einander bilden. Die Theorie ergiebt dann für das extraordinäre Strahlenbündel im Kalkspath aus dem anderweitig bekannten Brechungsexponenten des ordinären und extraordinären Strahles als kleinsten Werth des Winkels der Focalebenen, wenn die Axe des Strahlenbündels senkrecht zu einer natürlichen Spaltungsfläche des Kalkspathrhomböders steht,  $87^{\circ} 5'$ , und wenn die Axe des Strahlenbündels senkrecht gegen die optische Axe des Krystalls steht,  $83^{\circ} 45' 50''$ . Letzteres ist gleichzeitig der kleinste Winkel der Focalebenen, der überhaupt im Kalkspath vorkommen kann.

In optisch zweiaxigen Krystallen kann der Winkel der Focalebenen alle möglichen Werthe von  $0^{\circ}$  bis  $90^{\circ}$  haben, und außerdem giebt es auch innerhalb der Kegel, die man durch den Mittelpunkt der Fresnel'schen Wellenfläche und die Berührungskreise der vier singulären Tangentialebenen legen kann, Strahlenbündel der dritten Art mit imaginären Focalebenen.

Hr. Kummer zeigt gleichzeitig, dafs man ein Strahlenbündel mit zwei auf einander senkrechten Brennlinien in beliebigem Abstände von einander erhalten kann, wenn man ein Strahlenbündel durch eine enge Oeffnung auf die Mitte einer convexen spärischen Linse fallen läfst, und die Axe der Linse gegen die Axe des Strahlenbündels neigt. Der Abstand der Brennlinien nimmt mit der Neigung der Axe der Linse gegen die Axe des Strahlenbündels zu, wobei die Länge der Brennlinien sich verhältnismäfsig vergrößert. Hr. Kummer hat auch mit einem in den Gang der Lichtstrahlen gebrachten Papierblatte die Existenz der Brennlinien durch den Versuch nachgewiesen.

Der Verfasser hat sich nun die Aufgabe gestellt, die oben angeführten Sätze, die nebst manchen anderen, hier nicht erwähnten, die Theorie *a priori* ergeben hat, durch messende Versuche zu prüfen.

Es wurde dazu mit einem Heliostaten Sonnenlicht in

horizontalen Richtung auf einen Schirm geworfen, der senkrecht gegen die Strahlen stand, auf einer den Lichtstrahlen parallelen, mit Scala versehenen Messingschiene von 1 Meter Länge parallel mit sich selbst verschoben werden konnte und eine runde Oeffnung von 10<sup>mm</sup> Durchmesser hatte. Vor diese Oeffnung wurden mit Wachs schwarze Papierblättchen mit passender Oeffnung verschiedener Form, gewöhnlich dem Stich einer äußerst feinen Nähnadel, befestigt. Auf der erwähnten Messingschiene waren außerdem ein Träger mit einer Convexlinse, die um eine verticale Axe auf einem horizontalen Kreise meßbar gedreht werden konnte, und ein anderer Träger mit einer Glastafel, angebracht, deren eine mattgeschliffene Fläche senkrecht gegen die Richtung der Sonnenstrahlen dem Heliostaten zugewandt war. Hinter der Messingschiene war ein horizontales Mikroskop oder Fernrohr aufgestellt, welches auf einem Schlitten auf einem gehobelten eisernen Rahmen genau parallel mit seiner Axe und parallel mit der Messingschiene verschoben werden konnte. Im Ocular des Mikroskopes befand sich ein Glasmikrometer mit zwei normal gegen einander stehenden Liniensystemen. Ein senkrecht zur Axe des Mikroskopes angebrachter Kreis erlaubte, die Drehung des Mikroskopes um seine Axe zu messen.

Das durch die feine Oeffnung des Schirmes gegangene Bündel Sonnenstrahlen fiel auf die Convexlinse, deren Axe mit der Axe des Strahlenbündels einen an dem horizontalen Kreise gemessenen Winkel  $\varphi$  einschloß, und es entstand so ein *Strahlenbündel erster Art* mit zwei auf einander senkrechten Brennlinien. Nachdem die mattgeschliffene Fläche der Glastafel an die Stelle der ersten Brennlinie, die der Linse zunächst und vertical lag, gebracht worden war, wurde das horizontale Mikroskop mit dem Schlitten auf dem eisernen Rahmen so lange verschoben, bis die auf die matte Glasfläche projecirte Brennlinie deutlich gesehen wurde. Das eine Liniensystem des Glasmikrometers wurde dann parallel dieser Brennlinie gestellt, die matte Glasfläche an die Stelle der zweiten Brennlinie gebracht, das Mi-

kroskop durch Verschieben des Schlittens auf die zweite Brennnlinie eingestellt, und nun gesehen, ob diese zweite Brennnlinie parallel mit dem anderen Liniensystem des Glasmikrometers war. Der Vertikalkreis am Mikroskop erlaubte ebenfalls die Neigung beider Brennnlinien, oder, was dasselbe ist, der beiden Focalebenen des Strahlenbündels zu messen. Gleichzeitig gestattete die Theilung der Messingschiene den Abstand  $f$  der Schirmöffnung, sowie den Abstand  $f_1$  und  $f_2$  der ersten und zweiten Brennnlinie vom Mittelpunkt der Linse zu bestimmen. Die folgende Tafel giebt für zwei Linsen, bei verschiedener Neigung  $\varphi$  der Linsenaxe gegen die Axe des Strahlenbündels, die gemessenen Werthe von  $f_1$  und  $f_2$ . Die eine Linse war biconvex und hatte eine Hauptbrennweite  $F = 130^{\text{mm}},7$  (für  $\varphi = 0^\circ$ ); die andere Linse war planconvex, mit einer Hauptbrennweite von  $175^{\text{mm}}$ , und wandte ihre Planfläche dem Heliostaten zu.

$\varphi$	$F = 130,7^{\text{mm}}$ $f = 400^{\text{mm}}$			$F = 175^{\text{mm}}$ $f = 500^{\text{mm}}$		
	$f_1$	$f_2$	$f_2 - f_1$	$f_1$	$f_2$	$f_2 - f_1$
$0^\circ$	$195^{\text{mm}}$			$272,5^{\text{mm}}$		
10	175	$192^{\text{mm}}$	$17^{\text{mm}}$	258,3	$270,5^{\text{mm}}$	$12,2^{\text{mm}}$
20	149	182,3	33,3	223,3	262	38,8
30	106,3	165,5	59,2	147	231	84
40	53	145,8	92,8	92	203	111
50				51	168	117
60					145	
70					128	
80					112,5	

Bei den großen Brennweiten dieser Linsen ist es sehr schwer zu sagen, bei welcher Lage der matten Glastafel die Brennnlinie am deutlichsten erscheint, so daß bei diesen Werthen von  $f$  etc. wohl Fehler von mehreren Millimetern vorkommen können. Immerhin folgt aber aus diesen Versuchen, in Uebereinstimmung mit der Theorie, daß mit wachsender Neigung der Linse beide Brennnlinien sich der Linse nähern, und daß dabei der Abstand der Brennnlinien, wie aus der mit  $f_2 - f_1$  überschriebenen Columnne zu sehen ist, zunimmt. Für  $\varphi = 0$  fallen beide Brennnlinien in dem conjugirten Brennpunkte der Schirmöffnung zusam-

men. Bei zu großer Neigung der Linse kann sogar die erste Brennpunktlinie so nahe der Convexlinse fallen, daß sich durch den Versuch nur die Lage der zweiten Brennpunktlinie bestimmen läßt.

Die Länge der Brennpunktlinien auf der matten Glastafel nimmt ebenfalls mit wachsendem  $\varphi$  bedeutend zu, jedoch läßt sich dieselbe nicht genau messen.

Die Neigung der Brennpunktlinien, oder also der Focalebenen gegen einander, ergab sich immer  $= 90^\circ$ , wenn überhaupt beide Brennpunktlinien so lagen, daß man sie objectiv auf der matten Glastafel des beschriebenen Apparates auffangen konnte.

Um nun die Theorie auch an anderen Linsen prüfen zu können, wurden vor der Lampe dünne Glaskugeln von den sonderbarsten und verschiedenartigsten Formen geblasen, mit Wasser gefüllt, und diese so erhaltenen Linsen an die Stelle der Convexlinse des beschriebenen Apparates gebracht. Auch diese Linsen ergaben, sobald sie einen convexen Charakter und überhaupt Brennpunktlinien hatten, die sich objectiv darstellen ließen, einen Winkel von  $90^\circ$  zwischen beiden Focalebenen. Der Fehler für eine Bestimmung dieses Winkels beträgt in den ungünstigsten Fällen, wenn die Brennpunktlinien kurz und nicht scharf begrenzt sind, etwa  $0^\circ,5$ ; in den meisten Fällen ist er aber weit kleiner, so daß die Theorie also vollständig mit der Erscheinung für diese erste Art von Strahlensystemen übereinstimmt.

Die zweite Art von Strahlensystemen existirt nur in doppeltbrechenden Medien, denn jedes Strahlensystem der zweiten Art verwandelt sich, wie die Theorie ergibt, bei der Brechung in ein homogenes Medium wieder in ein Strahlensystem erster Art, mit senkrechten Focalebenen, und der Verfasser hat diesen von der Theorie gegebenen Satz ebenfalls durch Versuche bestätigt gefunden.

Um nun innerhalb eines optisch einaxigen Krystalls die Winkel der Brennpunktlinien messen zu können, wurde auf der horizontalen Messingschiene statt der matten Glastafel ein Metallschirm angebracht, in welchem eine cylindrische Me-

tallhülse von circa 30<sup>mm</sup> Durchmesser um eine horizontale Axe melsbar gedreht werden konnte. Auf die Metallhülse wurde ein Kalkspathstück mit parallelen Flächen so aufgekittet, daß die Normalen der Flächen mit der Axe des einfallenden Strahlenbündels und der Axe der Metallhülse zusammenfielen. Durch Drehen der Metallhülse konnte man dann dem Hauptschnitte des Kalkspaths eine beliebige Neigung gegen die erste Focalebene geben. Die Brennweite und Neigung der Convexlinse gegen die Axe des Strahlenbündels wurde nun so gewählt, daß die erste Brennnlinie auf die dem Heliostaten zugewandte, die zweite Brennnlinie auf die dem Heliostaten abgewandte Fläche des Kalkspathstückes fiel, was mit einiger Uebung leicht zu erreichen ist. Der Abstand der beiden Brennnlinien des Strahlenbündels war dann genau gleich der Dicke des Kalkspaths. Die Hinterfläche des Kalkspaths wurde mit etwas aufgestrichener Harzlösung matt gemacht, um die Brennnlinien bequem objectiv darstellen zu können; die Vorderfläche wurde mit Hülfe eines Glasröhrchens an der Stelle, wo die Strahlen in den Kalkspath eintraten, behaucht, so daß sie genau an die Stelle der ersten Brennnlinie gebracht werden konnte. Nachdem der Hauch verdampft war, konnten dann die Strahlen ungehindert in den Kalkspath eindringen.

Auf der Hinterfläche entstanden nun zwei Brennnlinien, dem ordinären und extraordinären Strahl entsprechend. Die Brennnlinien des ordinären Strahles standen auf einander senkrecht, wie in homogenen Medien, wovon man sich leicht überzeugen konnte, wenn zuerst die erste Brennnlinie auf der matten Glastafel aufgefangen, das Glasmikrometer des Mikroskopes darauf eingestellt, und dann an Stelle der matten Glastafel die vordere Kalkspathfläche gebracht wurde. Durch Verschieben des Schlittens auf dem oben erwähnten eisernen Rahmen konnte dann das Mikroskop auf die zweite Brennnlinie auf der hinteren Kalkspathfläche eingestellt und so die Neigung beider Brennnlinien bestimmt werden.

Da bei der beschriebenen Einrichtung die erste Brennnlinie für das ordinäre und extraordinäre Strahlenbündel die-

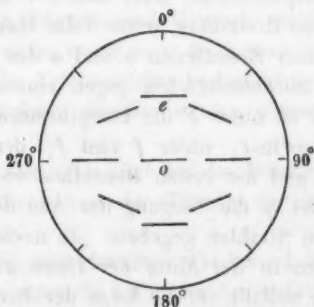
selbe  
bünd  
Bren  
Neig  
ordin  
Foca  
Der  
beim  
stren  
ordin  
doch  
Lins  
auch  
den  
die  
S  
natü  
des  
Hint  
bene  
ober  
ist,  
lenb

nun  
spat



selbe war, und die zweite Brennnlinie des ordinären Strahlenbündels auf der beiden Strahlenbündeln gemeinschaftlichen Brennnlinie senkrecht stand, so konnte man schon aus der Neigung der zweiten Brennnlinien des ordinären und extraordinären Strahlenbündels gegen einander auf die Neigung der Focalebenen im extraordinären Strahlenbündel schliessen. Der Brechungsexponent für die ordinären Strahlen ist zwar beim Kalkspath grösser, als für die extraordinären, und so ist streng genommen, der Abstand der Brennnlinien beim extraordinären Strahlenbündel geringer, als beim ordinären; jedoch ist der Fehler, der daraus bei der Einstellung von Linse und Kalkspath entsteht, nur unbedeutend, und kann auch nöthigenfalls noch, wie bei den später zu erwähnenden Messungen, durch passende Neigung der Flächen gegen die Axe des Strahlenbündels, verkleinert werden.

Steht der Hauptschnitt eines Kalkspathstücks mit den natürlichen Spaltungsflächen parallel der ersten Focalebene des Strahlenbündels, so sind die beiden Brennnlinien auf der Hinterfläche des Kalkspaths parallel, und bei der beschriebenen Einrichtung des Apparates horizontal. Wenn der obere Theil der optischen Axe dem Heliostaten zugewandt ist, so liegt die zweite Brennnlinie des extraordinären Strahlenbündels *e* über der des ordinären *o*, wie es die Zeich-



nung angiebt. Dreht man nun den Hauptschnitt des Kalkspaths, so behält die Brennnlinie *o* unverändert ihre Lage

bei, die Brennnlinie  $e$  aber, deren Mittelpunkt im Hauptschnitt des Kalkspaths liegt, geht um  $o$  herum, und ändert dabei ihre Neigung gegen  $o$  in der Weise, wie es die Zeichnung angiebt. Nennt man die Neigung des Hauptschnitts des Kalkspaths gegen die erste Focalebene das Azimuth desselben, und bezeichnet es mit  $\alpha$ , so bilden  $o$  und  $e$  für  $\alpha = 0^\circ 90^\circ 180^\circ 270^\circ$  den Winkel  $0^\circ$ , für  $\alpha = 45^\circ 90^\circ + 45^\circ 180^\circ + 45^\circ 270^\circ + 45^\circ$  dagegen den größten Winkel mit einander, der für diese letzteren vier Azimuthe merklich derselbe ist.

Ganz analog ist das Verhalten der beiden Brennnlinien  $o$  und  $e$ , wenn man Kalkspathstücke mit parallelen Flächen, parallel der optischen Axe geschliffen, anwendet. Nur fallen hier die Brennnlinien über einander, und schliessen für die Azimuthe  $\alpha = 0^\circ 45^\circ$  etc. einen größeren Winkel ein, als wenn man natürliche Flächen anwendet. Durch ein vor das Auge gehaltenes Nicol'sches Prisma ist man im Stande, das eine Bild auf der Hinterfläche des Kalkspaths verschwinden zu lassen und seine Polarisationssebene zu bestimmen.

Die folgenden Tafeln geben die Messungen an verschiedenen Kalkspathstücken mit natürlichen oder künstlichen, parallel der Axe geschliffenen, Flächen. Unter  $s$  steht die Dicke des Kalkspathstücks, oder also der Abstand der ersten und zweiten Brennnlinie, unter  $\beta$  das Maximum der Neigung der zweiten Brennnlinien  $o$  und  $e$  des ordinären und extraordinären Strahlenbündels gegen einander. Der Uebersicht wegen ist unter  $F$  die Hauptbrennweite der angewandten Convexlinse, unter  $f$  und  $f_1$  der Abstand der Schirmöffnung und der ersten Brennnlinie vom Mittelpunkte der Linse, unter  $\varphi$  die Neigung der Axe der Linse gegen die einfallenden Strahlen gegeben. Je nachdem das Strahlenbündel genau in der Mitte der Linse oder mehr nach dem Rande zu auffällt, ist die Lage der Brennnlinien etwas verschieden, und dadurch erklärt sich ein Theil der Abweichungen der verschiedenen Werthe von  $f$  und  $f_1$  bei demselben Werthe der übrigen Gröfsen.

## Kalkspath (natürliche Flächen).

No.	$r$	$F$	$\varphi$	$f$	$f_1$	$\beta$
1	16,1mm	47mm	15°	409mm	63mm	3°,35
2	34,1	60	33,2	400	86	3,2
3	34,1	60	33,2	397	87	3,5
4	34,1	60	36,9	393	87	3,8
5	34,1	60	30	394	89	3,2
6	71	60	57	250	15	2,8
7	71	130	29	636	112	4,1
8	71	130	29	617	113	3,25
9	83	130	33,2	613	103	3,2
10	109	130	36,2	666	65	3,2

Mittel 3°,36

Berechnet 2° 55'

## Kalkspath (Flächen parallel der Axe).

No.	$r$	$F$	$\varphi$	$f$	$f_1$	$\beta$
1	20,1mm	60mm	25°	430mm	56mm	6°,23
2	53,5	130	33,4	416	176,5	6,35

Mittel 6°,29

Berechnet 6° 14' 10"

Der Winkel  $\beta$  muß das Complement des Winkels seyn, den die Focalebenen des extraordinären Strahlenbündels mit einander einschließen, und man kann die Uebereinstimmung zwischen Theorie und Versuch wohl nur eine befriedigende nennen, wenn man die Schwierigkeit der Beobachtung und die Fehlerquellen berücksichtigt, die sich aus der Nothwendigkeit, die Brennlinien objectiv darzustellen, ergeben.

Man sieht also, daß auch bei den Strahlenbündeln zweiter Art sämtliche von der Theorie gegebenen Sätze bestätigt werden.

Es mag hier noch bemerkt werden, daß der Verfasser auch Versuche angestellt hat in der Art, daß die erste Brennlinie vor, die zweite Brennlinie aber, dem extraordinären Strahlenbündel entsprechend, hinter das Kalkspathstück fiel. Solche Brennlinien gehören natürlich zwei ganz verschiedenen

Strahlenbündeln an, für sie kann also das Ergebniss der Theorie nicht gelten, dass ein Strahlenbündel zweiter Art sich, beim Uebergang in ein homogenes Medium, in ein Strahlenbündel erster Art mit normalen Focalebenen verwandelt. Der Versuch ergab auch für solche Brennlinien eine von  $90^\circ$  verschiedene Neigung, jedoch meist geringer, als diejenige beider Brennlinien innerhalb des Kalkspaths.

Der Güte der HH. E. Mitscherlich und G. Rose verdankt der Verfasser einige Arragonitkrystalle, an denen die Existenz von Strahlenbündeln zweiter Art, mit noch stärker gegen einander geneigten Focalebenen, sich nachweisen lässt.

Arragonitplatten mit parallelen Flächen senkrecht gegen die Säulenflächen des Krystalls, oder gegen die Mittellinie, die den spitzen Winkel der optischen Axen halbirt, wurden an Stelle des Kalkspathstückes in den beschriebenen Apparat gebracht, so dass die Axe des Strahlenbündels mit der Normale der parallelen Flächen zusammenfiel. Die erste Brennlinie wurde durch passende Wahl und Neigung der Linse auf die Vorderfläche, die zweite auf die Hinterfläche der Arragonitplatte gebracht. Man sah dann wieder mit bloßem Auge oder dem Mikroskope zwei Brennlinien *o* und *e* auf der matten Hinterfläche, den beiden Strahlen im Krystall entsprechend, deren Polarisations Ebenen, parallel oder senkrecht gegen die Ebene der optischen Axen, mit Hülfe eines vor das Auge gehaltenen Nicol'schen Prismas bestimmt werden konnten.

Ist der Hauptschnitt der Krystallplatte parallel oder senkrecht zu der ersten gemeinschaftlichen Brennlinie, so sind die zweiten Brennlinien beider Strahlenbündel parallel; ist er aber unter dem Azimuth  $\alpha$  gegen die erste Brennlinie geneigt, so bilden die zweiten Brennlinien einen Winkel mit einander, der für gewisse Werthe des  $\alpha$  seine Maximalwerthe hat.

Die beistehende Zeichnung giebt die Lage der zweiten Brennlinien *o* und *e* der beiden Strahlenbündel bei einem Arragonitkrystalle von  $17^{mm},5$  Dicke. Der Pfeil giebt die

**Polarisationsebene des Strahlenbündels  $o$  parallel der Ebene der optischen Axen.**



Stellt man die Ebene der optischen Axen horizontal und also senkrecht zur ersten gemeinschaftlichen Brennlinie beider Strahlenbündel, und neigt nun die Mittellinie, durch Drehen des Krystalls um eine verticale Axe, unter dem Winkel  $\nu$  gegen die Axe des Strahlenbündels, so bilden die beiden zweiten Brennlinien  $o$  und  $e$  einen Winkel mit einander, der allmählig gröfser wird mit wachsendem  $\nu$ . Beifolgende Zeichnung giebt die Lage der zweiten Brennlinien für positive und negative Werthe von  $\nu$ , wenn der Krystall, von oben gesehen, im Sinne oder im entgegengesetzten Sinne eines Uhrzeigers gedreht wurde. Die Pfeile geben die Lage der Polarisationsebene der betreffenden Brennlinie.

In der Nähe der Strahlenaxen ändert sich der Winkel, den beide zweiten Brennlinien mit einander bilden, sehr schnell, wird  $90^\circ$  und schliesslich bilden die Brennlinien



eine rhombenähnliche Figur, wobei die Polarisationsebene nicht mehr genau parallel oder senkrecht zur Ebene der optischen Axen steht, sondern sich allmählig ändert. Bei der Stellung des Krystalls, wo die Brennlinien diese rhombenähnliche Figur bilden, vermag man immer nur einen kleinen Theil der Brennlinien durch Drehen des Nicols vor dem Auge zum Verschwinden zu bringen, so dass also in

derselben alle möglichen Polarisationssebenen enthalten sind. Innerhalb des Rhombus sieht man, wie in der Zeichnung angedeutet ist, einen leuchtenden Kreis, entsprechend der konischen Refraction, der auch kurz vor und nach der betreffenden Lage der Arragonitplatte, wo die Axe des Strahlenbündels sich in der Nähe der Strahlenaxen des Krystalls befindet, sichtbar ist. Wegen der Länge der Brennlinien ist man jedoch nicht im Stande, innerhalb dieses Kreises eine besondere Erscheinung wahrzunehmen, und sind aus demselben Grunde die erleuchteten Theile des Rhombus nicht mehr ganz gerade Linien.

Nach dem Durchgange durch die Strahlenaxen geben die Brennlinien wieder zu einem rechten Winkel, der aber jetzt nach der entgegengesetzten Seite geöffnet ist, zusammen, ändern dabei den Sinn ihrer Polarisationssebene, und bilden dann, bei weiterer Drehung, allmählig wieder kleinere Winkel. Für positive Werthe von  $\nu$  gehen die Brennlinien in der entgegengesetzten Richtung, wie für negative Werthe von  $\nu$ , aus einander.

#### Zusatz.

Für den Arragonit ergeben die Messungen von Radberg (Pogg. Ann. Bd. 17 S. 16) für Licht, der Fraunhofer'schen Linie  $D$  entsprechend, wenn man  $a, b, c$  die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des Lichtes parallel den drei Axen des Krystalls nennt

$$\frac{1}{a} = 1,53013 \quad \frac{1}{b} = 1,68157 \quad \frac{1}{c} = 1,68589,$$

Die Ebene der Strahlenaxen steht senkrecht gegen die Abstumpfung der scharfen Säulenkante, und die erste Mittellinie, die den Winkel der Strahlenaxen von  $19^\circ 37',5$  halbt, ist parallel dieser Abstumpfung. Geht nun ein Strahlenbündel parallel der ersten Mittellinie durch den Krystall, so ergibt die Theorie für den größten Winkel der Focalebenen, bei dem parallel oder senkrecht zur Ebene der optischen Axen polarisirten Strahlenbündel, die Werthe

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \frac{c}{a} = 42^\circ 14' \quad \operatorname{tg} \frac{\gamma_1}{2} = \frac{a}{b} = 47^\circ 42'.$$

Ist also die erste, beiden Strahlenbündeln gemeinschaftliche Brennlinie, vertikal, so würden die zweiten Brennlinien der beiden Strahlenbündel Winkel von resp.

$5^{\circ} 32'$  und  $-5^{\circ} 24'$

mit der Horizontalen bilden, also unter einem Winkel  $\theta = 10^{\circ} 56'$  gegeneinander geneigt seyn. Die folgende Tafel giebt die Messungen an Arragonitkrystallen von der Dicke  $\varepsilon$  mit senkrecht zur ersten Mittellinie geschliffenen Flächen: Die letzten Columnen geben den Werth von  $\theta$  bei der über der Columnen durch den Pfeil angedeuteten Lage der Ebene der optischen Axen, oder das Mittel aus diesen Werthen. Die übrigen Bezeichnungen sind dieselben wie früher.

No.	$\varepsilon$	F	$\varphi$	f	$f_1$	$\theta$		$\theta$		Mittel
						$\nearrow$	$\searrow$	$\swarrow$	$\nwarrow$	
1	9mm	24mm	28°	913mm	14mm	11°,4	13°,5	11°,4	12°,8	12°,3
2	12,8	24	39,3	921	13	12,5	12,1	11,2	11,4	11,8
3	15,2	24	45,8	921	7,9	10,5	10,3	11,9	10,2	10,7
4	17,5	24	51,8	896	7	12,2	12,1	13,5	12,4	12,4
5	30	47	36	886	31	12,8	13,2	12,3	12,2	12,6

Berechnet  $10^{\circ} 56'$

Bedenkt man, daß die Flächen am Krystall nicht genau senkrecht zur Mittellinie geschliffen waren, daß ein kleiner Unterschied in der Neigung der Axe des Strahlenbündels gegen die Strahlenaxen des Krystalls den Winkel  $\theta$  schon bedeutend ändert, so kann der Unterschied von  $1^{\circ} 5$  zwischen dem beobachteten und berechneten Werthe von  $\theta$  nicht auffallen, und es müssen jene Beobachtungen als eine Bestätigung der Theorie angesehen werden.

Wenn man  $\nu$  den Winkel nennt, den die Axe eines in der Ebene der Strahlenaxen durch den Krystall gehenden Strahlenbündels mit der ersten Mittellinie bildet, so ergibt sich der Winkel  $\gamma - \gamma'$  der Focalebenen der beiden, der äußeren und der inneren Schale der Wellenfläche entsprechenden Strahlenbündel, durch die Gleichungen

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \sqrt{\frac{b^2 r^2 + a^2 c^2 - b^2 (a^2 + c^2)}{r^2 - b^2}} \cdot \frac{1}{r^2}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma_1}{2} = \frac{b}{ac} \sqrt{\frac{b^2 r^2 + a^2 c^2 - r^2 (a^2 + c^2)}{b^2 - r^2}},$$

wo 
$$r^2 = \frac{a^2 c^2}{(a^2 - c^2) \cos^2 \nu + c^2}.$$

Die Rechnung ergab folgende Werthe von  $\frac{\pi}{2} - \gamma$  und  $\frac{\pi}{2} - \gamma_1$  für die betreffenden Werthe von  $\nu$ :

$\nu$	Äußere Schale   Innere Schale der Wellenfläche	
	$\frac{\pi}{2} - \gamma$	$\frac{\pi}{2} - \gamma_1$
0°	0°	0°
2 58' 10"	— 5 54'	6 20'
5	— 7 17	7 36
5 55 40	— 8 11	9 39
8 15	— 20 7	60 8
10	unmöglich	— 40 30
11 44	19 8	— 9 16
15	4 54	— 3 26
20	2 24	— 1 38

Im allgemeinen stimmten die vom Verfasser beobachteten Werthe von  $\gamma - \gamma_1$  mit den berechneten überein. Ein geringer Fehler in der Bestimmung von  $\nu$ , der, bei nicht genau senkrechter Lage der Endflächen des Krystalls gegen die erste Mittellinie, sehr leicht möglich war, bedingt aber schon, wie obige Zahlen zeigen, einen bedeutenden in der Neigung der zweiten Brennpunkten beider Strahlenbündel gegen einander, und, um eine vollständige Uebereinstimmung mit der Theorie zu erzielen, würden weit vollkommenere und kostspieligere Apparate nöthig seyn, als sie dem Verfasser zu Gebote standen. Es mögen deshalb die beobachteten Zahlenwerthe hier fortgelassen werden. Die berechneten lassen jedoch übersehen, wie die Neigung mit der Annäherung an die Strahlenaxen zunimmt, um nach dem Durchgange durch die Strahlenaxen in die entgegengesetzte überzugehen, während das der äußeren Schale der Wellenfläche entsprechende Strahlenbündel für  $\nu = 10^\circ$  einen unmöglichen Werth von  $\gamma$  ergibt.

Man sieht also, daß die Erscheinungen mit der Theorie vollständig übereinstimmen.

Berlin, den 21. Juli 1862.



III. *Ueber die Brechungs- und Zerstreuungsverhältnisse einiger organischen und anorganischen Substanzen; von Dr. Wilh. Sauber in München.*

Indem ich die folgende Messungsreihe dem öffentlichen Urtheile übergebe, glaube ich mich über den Grund, der mich zu dieser Arbeit bewogen, und den Zweck, den ich dabei im Auge hatte, aussprechen zu müssen. — Die Anregung hierzu wurde mir, von mineralogischem Standpunkte aus, durch Grailich's gediegene krystallographisch-optische Untersuchungen. Aber eben Grailich's tiefer gehende Kenntniss der Sache ermuthigt mich, die vereinzelt Messungen zu geben, noch ehe ich ein gemeinsames Band, das ich aufzusuchen bemüht seyn mußte, gefunden. Das Material zur Begründung eines gesetzlichen Zusammenhanges zwischen der Brechung einer Substanz und der Dichte ihrer molecularen Constitution, oder ihren Aequivalenten, ist, wie ich glaube, noch viel zu mangelhaft geboten, als daß man das Gesetz in einer geschlossenen Formel zu geben versuchen kann.

Als ein kleiner Beitrag zur einstigen Lösung dieser offenen Frage mögen die folgenden Zahlenwerthe dienen. Ich habe bei jeder einzelnen Bestimmung angegeben, welche der Fraunhofer'schen Linien absolut gemessen wurde, um auf sie die Abstände der einzelnen relativ gemessenen Linien zu beziehen. Wenn die Linie  $b$  angegeben ist, so verstehe ich darunter speciell diejenige von den drei zusammengehörigen Linien, welche von den anderen beiden coexistirenden Linien weiter absteht. Der Grund, weshalb ich  $b$  öfter statt  $D$  als Mittelwerth absolut bestimmt habe, ruht in den Zerstreuungsverhältnissen der betreffenden Substanzen. Daß ich  $H$  nicht angegeben, hat seinen Grund in der angewandten Spalte, welche zwar eine sehr feine Lichtlinie gewährt, aber nicht soviel Licht zuläßt, als zur Erkennung von  $H$  gewöhnlich erfordert ist. Die Beschrei-

hung der von mir benutzten Instrumente verspare ich mir auf eine andere Zeit, und will hier nur auf einige besondere Eigenthümlichkeiten der in den folgenden Messungen vorgeführten Substanzen hinweisen.

So beachten wir z. B. eine gewisse Gesetzmäßigkeit bei den Brechungsverhältnissen der einbasischen fetten Säuren, obwohl die bestimmte Angabe der verschiedenen Brechung bei den Einzelnen durch einen Zahlenwerth in den vorliegenden Daten nicht erreicht ist, theils wegen der verschiedenen Temperaturen während der Messung, theils aus Mangel des Präparates selbst, so sehr ich bemüht war, diese Substanzen in größter Reinheit darzustellen. Die schönen Spectren des Toluol, Benzol, und vor Allen der salicyligen Säure, des schönsten Spectrums das ich bisher gesehen habe, zeigen durch die vorliegenden Zahlenwerthe die starke Zerstreuung die sie bewirken. Im Violett des letzteren Spectrums traten besonders viele Linien scharf begrenzt hervor; andere, sonst als einfache gekannt, lösen sich, bei der starken Zerstreuung dieser Substanz, in Gruppen auf, wie z. B. die drei Linien der Gruppe *b* in mehrere andere Linien aufgelöst werden.

Schließlich erwähne ich noch die auffallende Erscheinung, welche ich bei Untersuchung des oxalsauren Uranoxyds, in Oxalsäure gelöst, sowie des weinsauren Uranoxyds, in Weinsäure gelöst, wahrgenommen habe. Hr. Seekamp hat vor Kurzem in den Annalen der Chemie und Pharm. einen Aufsatz über die Zersetzung der Oxalsäure durch das Sonnenlicht gegeben. Ich untersuchte diese Lösungen vor und nach der durch das Licht eingeleiteten Zersetzung, und fand, daß nicht nur die Brechung eine andere ist bei den unzersetzten Lösungen, als bei den zersetzten, sondern, daß zugleich schwarze Streifen auftreten in beiden Salzlösungen, und zwar anders gruppirt vor, als wie nach der Zersetzung. Daß diese Streifen der durch das Licht eingetretenen Umlagerung der organischen Säuremoleculé, nicht aber der Basis, dem Uran, zufallen, schliesse ich daraus, weil andere Uransalze, so z. B. das Spectrum

des s  
fen z

F

Einw

schw

run

verde

ten,

und

scher

Strei

sind

der

mehr

ande

diese

sind

det s

die

ist v

I

bei f

der

nur

die f

suche

ben

tersu

näch

I

dank

des salpetersauren Uranoxyds, keine Spur von solchen Streifen zeigen.

Bei dem sauren oxalsauren Uranoxyd zeigen sich vor Einwirkung der Sonne im Blau nach *F*, bis tief ins Violet, schwarze Streifen, von 1" Breite (bei 12maliger Vergrößerung), gleich von einander abstehend; *G* usw. sind dadurch verdeckt. Nach der Einwirkung der Sonne dagegen treten, außer den eben besprochenen Streifen im Blau, Indigo und Violet, noch zwei breitere Streifen im Roth auf, zwischen *AB* und *BC*, so daß *B* und *C* noch hinter diesen Streifen hervortreten. Beim sauren weinsauren Uranoxyd sind diese Verhältnisse etwas anders. Vor der Einwirkung der Sonne sind im Blau, Indigo und Violet, schwarze, mehr verwaschene Streifen, in gleichen Abständen von einander. Nach der durch die Sonne eingeleiteten Zersetzung dieses Salzes sind die Streifen anders gruppirt. *C* und *B* sind wieder durch schwarze Banden verdeckt, im Grün findet sich ein schwächerer Streifen, intensiver dagegen treten die beiden letzten im Blau und Indigo auf. Das Violet ist von Streifen frei.

Dies ist nun um so interessanter, da wir wissen, daß bei flüssigen und bei festen Körpern die bei den Spectren der Gase so häufigen schwarzen Streifen fehlen, und sich nur die Fraunhofer'schen Linien zeigen, ja, daß selbst die flüssig gemachte chlorige Säure nach Millers's Untersuchungen keine neue Streifen zeigt, während wir dieselben in ihrem Gasspectrum kennen. Die eingehendere Untersuchung dieser ersten Thatsachen behalte ich meinen nächsten Studien vor.

Die Mittel zur Herstellung organischer Präparate verdanke ich der Liberalität des Hrn. Baron von Liebig.

## 1. Brechungsexponenten der einbasischen fetten Säuren.

## Ameisensäure.

*b* absolut gemessen. Temperaturdifferenzen während der Messung: (23°,0 C.) (22°,2) (21°,6) (21°,4).

*B*: 1,362410

*C*: 1,364202

*D*: 1,368431

*E*: 1,373596

*b*: 1,374627

*F*: 1,378500

*G*: 1,386800.

## II. Messung der Essigsäure bei 18°,0 C.

*b* absolut gemessen.

*B*: 1,372126

*C*: 1,373786

*D*: 1,377500

*E*: 1,382968

*b*: 1,383810

*F*: 1,387454

*G*: 1,396400.

## Propionsäure.

*b* absolut gemessen. Temperaturdifferenzen während der Messung: (22°,0 C.) (21°,0) (20°,8) (20°,7).

*B*: 1,381310

*C*: 1,382715

*D*: 1,386678

*E*: 1,391787

*b*: 1,392729

*F*: 1,396287

*G*: 1,404339.

Buttersäure  $\text{HO} \cdot \text{C}_4\text{H}_7\text{O}_2$ .

Klein *b* als Mittelwerth genommen. Temperatur  $22^\circ,0\text{C}$ .

*B*: 1,388441

*C*: 1,390119

*D*: 1,394261

*E*: 1,399431

vor *b*: 1,400632

*F*: 1,404179

*G*: 1,412446.

Baldriansäure (Valeriansäure)  $\text{HO} \cdot \text{C}_5\text{H}_9\text{O}_3$ .

*D* als Mittelwerth genommen. Temperatur  $21^\circ,6\text{C}$ .

*B*: 1,389195

*C*: 1,390810

*D*: 1,395071

*E*: 1,400458

vor *b*: 1,401373

*F*: 1,405106

*G*: 1,413732.

Capronsäure  $\text{HO} \cdot \text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_3$ .

Als Mittelwerth *F* bestimmt. Temperatur der Lösung  $22^\circ,8\text{C}$ .

*B*: 1,405154

*C*: 1,406972

*D*: 1,414554

*E*: 1,416665

vor *b*: 1,417583

*F*: 1,421609

*G*: 1,430278.

Oenanthylsäure  $\text{HO} \cdot \text{C}_{11}\text{H}_{21}\text{O}_3$ .

Mittelwerth vor *b*. Temperatur der Lösung  $22^\circ,4\text{C}$ .

*B*: 1,412749

*C*: 1,413979

*D*: 1,418707

*E*: 1,424027

*b*: 1,425500

*F*: 1,428912

*G*: 1,437656.

## Essigsäure - Methyläther.

Temperatur der Flüssigkeit während der Messung constant  $23^{\circ},2$  C. *D* als Mittelwerth bestimmt.

*B*: 1,364727

*C*: 1,366048

*D*: 1,369047

*E*: 1,374210

vor *b*: 1,375184

*F*: 1,378518

*G*: 1,385920.

## Amelsensäure - Aethyläther.

Temperatur der Lösung während der Messung constant  $23^{\circ},2$  C. *D* als Mittelwerth genommen.

*B*: 1,346962

*C*: 1,348370

*D*: 1,351889

*E*: 1,356780

vor *b*: 1,357644

*F*: 1,361043

*G*: 1,368304.

## Milchsäure.

Temperatur der Lösung  $20^{\circ},0$  C. *D* als Mittelwerth.

*B*: 1,430848

*C*: 1,432538

*D*: 1,437088

*E*: 1,443138

*b*: 1,443972

*F*: 1,448142

*G*: 1,457113.

Hippursäure. Das Violon feble im 2. Minimum vor  $b$  nicht

Temperatur der Lösung (21°, 0 C.) (20°, 4) (20°, 6).  
D als Mittelwerth.

B: 1,335118

C: 1,336659

D: 1,340052

E: 1,344985

b: 1,345776

F: 1,348584

G: 1,352762.

Alloxan.

Gesättigte Lösung. D als Mittelwerth bestimmt.

B: 1,327192

D: 1,331526

E: 1,334966

vor b: 1,335335

F: 1,336870

G: 1,340182.

Alloxantin.

Gesättigte Lösung. C Mittelwerth.

B: 1,356459

C: 1,357387

D: 1,359219

E: 1,362004

b: 1,362424

F: 1,364067.

Salpetersaures Uranoxyd.

Gesättigte Lösung. Temperatur von 16°, 6 bis 17°, 0 C.

I. Minimum vor b: 81° 15' 6"

II. Minimum vor b: 291° 37' 30".

E: 291° 32' 42"

D: 291 16 0

C: 291 2 27

B: 290 57 51

Das Violett fehlte im Spectrum ganz, im Blau war *F* nicht mehr sichtbar.

*B*: 1,411345

*C*: 1,412294

*D*: 1,415092

*E*: 1,418529

vor *b*: 1,419500.

*b*: 1,419500

Oxalsäure.

Gesättigte Lösung. Temperatur 16°,4 C.

I. Minimum *F*: 79° 2' 9"

II. Minimum *F*: 283° 37' 12".

vor *b*: 283° 27' 48"

*E*: 283 25 42

*D*: 283 15 0

*C*: 283 6 6

*B*: 283 2 42

*G*: 283 51 51.

Daraus berechnet:

*B*: 1,338934

*C*: 1,339669

*D*: 1,341595

*E*: 1,343906

vor *b*: 1,344359

*F*: 1,346387

*G*: 1,349546.

Neutrales oxalsaures Ammoniak.

Gesättigte Lösung. Temperatur derselben 20°,6 bis 21°,8. *D* Mittelwerth.

*B*: 1,323029

*C*: 1,326927

*D*: 1,327254

*E*: 1,328180

*b*: 1,328653

*F*: 1,330264

*G*: 1,333764.



## Kalilauge.

**Gesättigte Lösung. Temperatur 22°, 0 C. D Mittelwerth.**

**B: 1,344686**

**C: 1,345928**

**D: 1,346273**

**E: 1,348190**

**b: 1,348541**

**F: 1,350170**

**G: 1,353678**

In den folgenden Bestimmungen, der Brechung einer Substanz nach dem Procentgehalte der Lösung, sind immer zu 100 Theilen Wasser die genannten Theile der festen Substanz genommen.

## Chlorkalium.

**Zu 100 Th. Wasser 5 Th. Ka Cl. B absolut gemessen.**

**B: 1,342085**

**C: 1,343727**

**D: 1,346488**

**E: 1,351094**

**b: 1,351782**

**F: 1,354937.**

**G: nicht bestimmt.**

## Chlorkalium.

**Zu 100 Th. Wasser 10 Th. Ka Cl. B absolut gemessen.**

**B: 1,344116**

**C: 1,346014**

**D: 1,349632**

**E: 1,354487**

**b: 1,355259**

**F: 1,358508**

**G: 1,365856.**

## Chlorkalium.

Zu 100 Th. Wasser 15 Th.  $\text{K}_2\text{O}$ .  $D$  absolut gemessen.  
Temperaturen ( $21^{\circ},0 \text{ C.}$ ) ( $20^{\circ},8$ ) ( $20^{\circ},5$ ) ( $20^{\circ},4$ ).

$B$ : 1,346361

$C$ : 1,347953

$D$ : 1,352061

$E$ : 1,357130

$b$ : 1,358065

$F$ : 1,361500

$G$ : 1,369140.

Zu 100 Th. Wasser 20 Th.  $\text{K}_2\text{O}$ .  $D$  absolut gemessen.  
Temperatur ( $21^{\circ},0 \text{ C.}$ ) ( $20,4$ ) ( $20,2$ ) ( $20,0$ ).

$B$ : 1,347781

$C$ : 1,349381

$D$ : 1,353285

$E$ : 1,358243

$b$ : 1,359027

$F$ : 1,362426

$G$ : 1,369920.

Gesättigte Lösung von  $\text{K}_2\text{O}$ . Temperatur der Lösung  
 $16^{\circ},4 \text{ C.}$  bis  $17,0$ .

$B$ : 1,367127

$C$ : 1,368900

$D$ : 1,372465

$E$ : 1,378603

$b$ : 1,379567

$F$ : 1,383160

$G$ : 1,391432.

## Chlornatriumlösungen.

Zu 100 Th. Wasser 5 Th.  $\text{NaCl}$ .  $D$  absolut gemessen.  
Temperatur  $18^{\circ},6 \text{ C.}$

$B$ : 1,339656

$C$ : 1,340464

$D$ : 1,342668

$E$ : 1,344720

$b$ : 1,345216

$F$ : 1,346776

$G$ : 1,350507.

Na Cl 10 Th. zu 100 Th. Wasser. *D* absolut gemessen.  
Temperatur 17°,6 C bis 17°,8 C.

*B*: 1,346725

*C*: 1,347566

*D*: 1,349829

*E*: 1,352040

*b*: 1,352348

*F*: 1,354079

*G*: 1,357943.

Na Cl 15 Th. zu 100 Th. Wasser. *D* absolut gemessen.  
Temperatur 17°,4 bis 18°,2.

*B*: 1,355065

*C*: 1,355901

*D*: 1,358000

*E*: 1,360467

*b*: 1,360865

*F*: 1,362638

*G*: 1,366580

Na Cl 20 Th. zu 100 Th. Wasser. Temperatur 18°,8 C.  
bis 19°,0. *D* absolut gemessen.

*B*: 1,360104

*C*: 1,360957

*D*: 1,363427

*E*: 1,365750

*b*: 1,366162

*F*: 1,368048

*G*: 1,372147.

Na Cl. Gesättigte Lösung. Temperatur 18°,0 C. *D* absolut gemessen.

*B*: 1,378500

*E*: 1,382547

*b*: 1,382954

*F*: 1,385052

*G*: 1,389510.

**Jodkallium.**  
 5 Th. KaJ zu 100 Th. Wasser. Temperatur 16°, 8 C.  
*D* absolut gemessen.

*B*: 1,336464  
*C*: 1,338154  
*D*: 1,342712  
*E*: 1,347293  
*b*: 1,351176  
*F*: 1,355287.

10 Th. KaJ zu 100 Th. Wasser. Temperatur 17°, 3 C.  
*D* absolut gemessen.

*B*: 1,339966  
*C*: 1,341630  
*D*: 1,346491  
*E*: 1,348416  
*b*: 1,351760  
*F*: 1,355216  
*G*: 1,363086.

15 Th. KaJ zu 100 Th. Wasser. Temperatur 16°, 2 C.  
*D* absolut gemessen.

*B*: 1,346900  
*C*: 1,348513  
*D*: 1,353650  
*E*: 1,358663  
*b*: 1,359520  
*F*: 1,363253  
*G*: 1,371744.

20 Th. KaJ zu 100 Th. Wasser. Temperatur 17°, 4 C.  
 bis 17,8. *D* absolut gemessen.

*B*: 1,349320  
*C*: 1,351009  
*D*: 1,356309  
*E*: 1,361400  
*b*: 1,362360  
*F*: 1,366368  
*G*: 1,375262.

**Ka J. Gesättigte Lösung. Temperatur 18°,6. F absolut gemessen.**

*D*: 1,455116

*E*: 1,460406

*b*: 1,461375

*F*: 1,465742

*G*: 1,474257.

**Bromkallum.**

**5 Th. KaBr zu 100 Th. Wasser. Temperaturdifferenzen 21°,0 bis 22°,0. D absolut gemessen.**

*B*: 1,336138

*C*: 1,337590

*D*: 1,341362

*E*: 1,346107

*b*: 1,346861

*F*: 1,350198

*G*: 1,357359.

**10 Gr. HO zu 1 Gr. KaBr. Temperatur der Lösung 23°,4 C. D absolut gemessen.**

*B*: 1,339042

*C*: 1,340600

*D*: 1,344741

*E*: 1,349460

*b*: 1,350320

*F*: 1,353565

*G*: 1,360865.

**10 Gr. HO zu 1½ Gr. KaBr. Temperatur der Lösung 24°,0 C. bis 24°,2. D absolut gemessen.**

*B*: 1,346165

*C*: 1,347637

*D*: 1,351847

*E*: 1,356980

*b*: 1,357815

*F*: 1,361321

*G*: 1,369076.

Gesättigte Lösung von Bromkalium. Temperatur der Lösung 18°,6 C.

B: 1,391404

C: 1,393489

D: 1,398409

E: 1,403154

b: 1,406281

F: 1,410994

G: 1,421212.

Kalialmpeter.

Gesättigte Lösung. Temperatur der Lösung 22°,0. D absolut gemessen.

B: 1,358692

C: 1,360374

D: 1,364536

E: 1,369777

b: 1,370725

F: 1,374354

G: 1,382680.

Cyannethyl.

Schwankungen der Temperatur während der Messung: (23°,6 C.) (23°,2) (23°,0) (22°,8). Die Brechungsverhältnisse variiren bedeutend bei Aenderung der Temperatur. b absolut gemessen.

B: 1,362552

C: 1,363918

D: 1,367410

E: 1,372059

b: 1,373419

F: 1,376553

G: 1,384189.

## Bromäethyl.

Temperatur der gemessenen Lösung  $25^{\circ},4$  C. Stark die Brechungsverhältnisse mit Temperaturänderungen verändernd. *b* absolut gemessen.

*B*: 1,413821

*C*: 1,416370

*D*: 1,421206

*E*: 1,428857

*b*: 1,429890

*F*: 1,434883

*G*: 1,446960.

## Iodaethyl.

Temperatur der Lösung  $23^{\circ},0$  bis  $23^{\circ},2$ . *b* absolut gemessen

*B*: 1,491996

*C*: 1,495461

*D*: 1,504368

*E*: 1,516590

*b*: 1,518566

*F*: 1,527600

*G*: 1,538791.

## Salpetersäure-Aethylaether.

Bei geringer Temperaturänderung beträchtlich die Berechnung ändernd. Temperaturdifferenzen während der Messung  $23^{\circ},8$  C. bis  $24^{\circ},0$ . *b* absolut gemessen.

*B*: 1,376834

*C*: 1,378335

*D*: 1,382785

*E*: 1,388965

*b*: 1,390573

*F*: 1,394319

*G*: 1,404027.

## Toluol.

Temperatur der Lösung  $24^{\circ},4$  C. bis  $24^{\circ},2$ .  $b$  absolut gemessen.

B: 1,474395

C: 1,477564

D: 1,486500

E: 1,497955

$b$ : 1,500133

F: 1,509220

G: 1,529521.

## Benzol.

Temperatur der Lösung  $23^{\circ},4$  bis  $23^{\circ},0$ .  $b$  absolut gemessen.

B: 1,479547

C: 1,482833

D: 1,492372

E: 1,504540

$b$ : 1,506538

F: 1,515918

G: 1,537200.

## Nitrobenzol.

Temperatur der Lösung  $21^{\circ},8$  C. bis  $22^{\circ},0$ .  $b$  absolut gemessen.

B: 1,519989

C: 1,524775

D: 1,538200

E: 1,557121

$b$ : 1,560394

F: 1,575109

G: 1,595478.

Im  
Lini

Einw  
1 P  
wäh

$\beta$   
Lösu  
zu 1  
tägig  
lecul  
der L  
solut

B un  
deckt.  
Pogge



## Salicylige Säure.

Temperatur der Lösung  $23^{\circ},8\text{ C.}$  *b* absolut gemessen.

*B*: 1,536229

*C*: 1,541837

*D*: 1,558293

*E*: 1,581412

*b*: 1,585423

*F*: 1,604402.

Im Violet treten bei dieser Substanz sehr viele schwarze Linien hervor.

## Weinsaures Uranoxyd.

*a*) Hellgelbe Lösung von weinsaurem Uranoxyd, vor Einwirkung der Sonne gemessen. 5 Proc. Weinsäure zu 1 Proc. weinsaurem Uranoxyd. Temperatur der Lösung während der Messung  $23^{\circ},0\text{ C.}$  *b* absolut gemessen.

*B*: 1,330293

*C*: 1,331765

*D*: 1,335502

*E*: 1,340052

*b*: 1,341545

*F*: 1,344093

*G*: 1,350858.

*β*) Hellgrüne Lösung von weinsaurem Uranoxyd. Die Lösung war, wie die vorhergehende, aus 5 Proc. Weinsäure zu 1 Proc. weinsaurem Uranoxyd bereitet, und durch mehrtägige Einwirkung der Sonne war eine Zersetzung und moleculare Umbildung der Substanz eingetreten. Temperatur der Lösung während der Messung  $23^{\circ},2\text{ C.}$  bis  $22^{\circ},8$ . *b* absolut gemessen.

*D*: 1,338284

*E*: 1,342892

*b*: 1,344288

*F*: 1,346819

*G*: 1,353786.

*B* und *C* waren durch die breiten schwarzen Streifen verdeckt.

## 1) Saures oxalsaures Uranoxyd.

Gesättigte Lösung. Durch längere Einwirkung der Sonne war Zersetzung und moleculare Umbildung der Substanz eingetreten. *D* absolut gemessen. Temperatur der Lösung  $18^{\circ},0$  C.

*B*: 1,345977

*C*: 1,347551

*D*: 1,351546

*E*: 1,356144

*b*: 1,356959

*F*: 1,360125

*G*: durch die Bande verdeckt.

## 2) Oxalsaures Uranoxyd.

In Oxalsäure gelöste gesättigte Lösung, vor der Einwirkung der Sonne gemessen, bei einer Temperatur von  $20^{\circ},4$  C. bis  $19^{\circ},6$  während der Messung. *D* absolut gemessen.

*B*: 1,335415.

*C*: 1,336854

*D*: 1,340852

*E*: 1,345260

*b*: 1,346000

*F*: 1,349209

*G*: verdeckt.

IV

co

P

ein

ber

erh

ver

pos

tum

dop

satz

lad

186

ein

dar

turk

Do

Pre

pho

bis

ge

über

Fed

cefs

elek

gel

4)

2)

3)

#### IV. Ueber das Studium des elektrischen Funkens mittelst Photographie;

von Prof. O. N. Rood in Troy, Staat New-York.

(*Silliman Journ. N. S. Vol. XXXIII, p. 219.*)

Photographische Bilder des zwischen Kohlen-Elektroden einer Volta'schen Säule erzeugten Funkens sind, auf Silberplatten, vom Prof. Silliman jun. und Dr. W. H. Goode erhalten worden <sup>1)</sup>. Dieselben gewahrten an dem negativen Funken eine größere activische Thätigkeit als an dem positiven, was glaube ich die erste veröffentlichte Beobachtung der Art ist; auch bemerkten sie an den Bildern eine doppelte concentrische Structur, ähnlich der in diesem Aufsatz beschriebenen.

Photographien der Schichtungen und leuchtenden Entladungen in Geißler'schen Röhren erhielt im Frühling 1860 der Prof. W. B. Rogers in Boston mit Benutzung eines Ritchie'schen Inductoriums (*coil*) und berichtete darüber in der im Juni 1860 zu Oxford abgehaltenen Naturforscher-Versammlung <sup>2)</sup>.

Aehnliche Photographien wurden von Günther und Dove erhalten und von Letzterem am 27. Mai 1861 der Preussischen Akademie vorgelegt. Es wurde dabei eine photographische Kammer und eine Bestrahlungszeit von  $3\frac{1}{2}$  bis 6 Minuten angewandt <sup>3)</sup>. In demselben Hefte von Pogendorff's Annalen, in einem sehr interessanten Aufsatz über die Entladungen der Leydner Flasche, giebt Hr. W. Feddersen an, daß er mittelst eines nach Liebig's Process versilberten Hohlspiegels eine schöne Photographie vom elektrischen Funken erhalten habe, selbst wenn der Spiegel rasch rotirte. Photographien der Spectra des elektri-

1) *Silliman Journ. XLIII (1842) p. 185.*

2) *Report of the British Assoc. f. 1860, Notices p. 30.*

3) *Pogg. Ann. CXIII, S. 511.*

schen Funken der Ruhmkorff'schen Maschine sind auch vom Prof. W. A. Miller erhalten <sup>1)</sup>).

In allen diesen Fällen wurde der elektrische Funke rechtwinklich gegen seine Bewegung photographirt, also eine Seitenansicht desselben erlangt. Mein Zweck in diesem Aufsatz ist: eine sehr einfache und leichte Methode zu beschreiben, durch welche man merkwürdig schöne Photographien vom elektrischen Funken, gesehen parallel der Richtung seiner Bewegung, erhalten kann, so daß die Bilder gleichsam Querschnitte der Funken und Büschel in allen ihren Varietäten sind. Das Studium der elektrischen Entladung ist, wegen ihrer kurzen Dauer, auf gewöhnliche Weise schwierig und unsicher; während die Photographie, indem sie eine Menge neuer sonst unsichtbarer Details entschleiert und ein bleibendes, nach Belieben zu studirendes Bild liefert, Vorthelle darbietet, die nicht hoch genug angeschlagen werden können.

*Angewandte Methode.* — Vor mehreren Jahren zeigte Hr. E. Becquerel, daß ein mit Bromsilber überzogenes Papier empfindlich ist für das Licht des elektrischen Funkens. Eine Leydener Batterie von vier Flaschen, in seiner unmittelbaren Nachbarschaft entladen, bewirkte eine schwache Schwärzung. Als er einen einzelnen Funken auf das Papier schlagen liefs, entstand kein Effect <sup>2)</sup>).

Bei Versuchen über instantane Photographie, nach dem feuchten Collodium-Proceß, stiefs ich oft auf die wohl bekannte Thatsache, daß während die von einem sehr hellen Licht getroffenen Theile der empfindlichen Oberfläche sich stark unter der entwickelnden Lösung schwärzten, anliegende Theile, auf welche die Wirkung des Lichts etwas schwächer gewesen, ganz durchsichtig und frei vom Silber-niederschlag blieben. Diefs machte es mir wahrscheinlich, daß wenn man den elektrischen Funken direct auf die empfindliche Fläche schlagen liefs, nur diejenigen Portionen afficirt werden würden, welche in unmittelbarem Contact

1) *Silliman Journ. N. S. Vol. XXXII* (1861) p. 408.

2) *Pogg. Ann. LIV*, S. 54.

mit der leuchtenden Atmosphäre standen. Versuche bestätigten diese Idee aufs Ueberraschendste. Wenn man einen einzelnen Funken auf die empfindliche Fläche schlagen liefs, entstand unter der Wirkung der entwickelnden Lösung ein schönes, intensives und scharf begränztes Bild, voll zarter Details. Die Bilder hatten eine solche Schärfe und Vollkommenheit, dafs sie unter dem Mikroskope eine 40 malige lineare Vergröfserung ertrugen, während es nicht die geringste Schwierigkeit hatte sie mittelst Photographie 20 mal linear zu vergröfsern. Die vergröfserten Negativen lieferten dann gute Abdrücke auf Papier. Einige der kleinen Originalbilder waren theilweis umgeben von einem unregelmässigen Hof, erzeugt durch das diffuse Licht des Funkens, allein derselbe war meistens so schwach, dafs er die Deutlichkeit ihrer Umrisse nicht störte.

Es entstand natürlich die Frage, ob diese zarten und schönen Bilder durch die Wirkung des *Lichts* auf die empfindliche Platte oder durch elektrische Zersetzung des Silbersalzes hervorgerufen worden, mit anderen Worten: ob die Bilder photographisch oder elektrographisch seyen. Die folgenden Versuche werden es wahrscheinlich machen, dafs sie von der Wirkung des Lichtes herrührten.

1. Man liefs Funken auf empfindliche Platten schlagen und beobachtete ihre Form mittelst einer Linse von einem Zoll Brennweite; als man die latenten Bilder entwickelte, entsprachen sie in Gestalt den beobachteten.

2. Eine Glasplatte wurde mit blofsem, von Iodid und Bromid freiem Collodium überzogen und fünf Minuten in dem Bade von salpetersaurem Silber gelassen: dann nahm man sie heraus und liefs auf verschiedene Portionen der feuchten Collodiumfläche einzelne Funken schlagen. Unter der Wirkung des Entwicklers erschienen die wohlbekannten Funkenbilder.

Eine blofse saubere Glasplatte ohne alle Bekleidung wurde auf einige Sekunden in das salpetersaure Bad gelegt; nach Herausnahme derselben und als sie noch feucht war, wurden Funken gegen verschiedene Stellen derselben

entladen; als sie mit der entwickelnden Lösung von schwefelsaurem Eisen übergossen worden, erschienen klare und scharfe Bilder von den Funken.

Da reines, von Iodid und Bromid freies Collodium, so wie bloße, mit dem salpetersauren Bad nur befeuchtete Glasplatten nicht von den Photographen als empfindlich für das Licht betrachtet worden sind, so machten die unerwarteten Resultate es wahrscheinlich, daß die elektrische Entladung eine Zersetzung des salpetersauren Silbers bewirkte. Allein auf folgende Weise vermochte ich zu zeigen, daß diese Flächen wirklich für das Licht empfindlich sind. Eine Platte, überzogen mit Collodium, das von Iodid und Bromid frei, aber mit einer Lösung von salpetersaurem Silber aus dem Bade gesättigt war, wurde in eine *Camera obscura* gebracht, die gegen ein Fenster und den dahinter befindlichen hellen Himmel gerichtet war. Die angewandte Linse war die »Portrait Combination«, ihre Brennweite betrug 6 Zoll und ihre Apertur  $1\frac{1}{2}$  Zoll. Die Aussetzung dauerte 10 Minuten, bei Anwendung der vollen Apertur. Unter der Lösung von schwefelsaurem Eisen wurde ein deutliches, aber nicht sehr intensives Bild vom Fenster erhalten. Hierauf wurde Sonnenlicht durch einen »Ochsenaug-Condensator« (»bull's-eye condenser«) verdichtet, und dieser, um zu große Erhitzung zu vermeiden, so gestellt, daß seine Oberfläche etwa in der Mitte zwischen der Linse und ihrem Brennpunkt stand; der helle Fleck auf dem Stativ nahm einen ovalen Raum von 2 Zoll Länge und  $\frac{3}{4}$  Zoll Breite ein. Eine nur durch Eintauchung in das salpetersaure Bad angefeuchtete Platte wurde 10 Sekunden lang auf das Stativ gebracht und dann durch eine Lösung von schwefelsaurem Eisen entwickelt; es kam ein intensives Bild von dem ovalen Fleck zum Vorschein.

3. Das Bild des positiven Funken, der auf eine bloß mit salpetersaurem Silber befeuchtete Platte überspringt, hat eine eigenthümliche und bestimmte Form. Wenn diese Form wirklich vom *Licht* hervorgebracht ist, so durfte man erwarten, daß das Licht auch auf eine andere sensitive

Platte wirken werde, die direct unter der ersten und im Contact mit ihr sich befinde. Und dies ist wirklich der Fall. Eine mit sensitivem Collodium überzogene Glasplatte wurde, nach der Herausnahme aus dem salpetersauren Bade, bedeckt mit einem Stück des sehr dünnen, zu mikroskopischen Zwecken dienenden Glases, nachdem es zuvor mit einer Lösung von salpetersaurem Silber befeuchtet worden; dann wurden Funken auf die bedeckende dünne Glasplatte geleitet. Als diese Platte entfernt und die Collodiumfläche auf gewöhnliche Weise entwickelt wurde, kamen Funkenbilder zum Vorschein, die jedoch an Schärfe und Intensität viel eingebüßt hatten. Als das dünne Glas geschwärzt wurde, so daß es kein Licht durchliefs, entstanden bei Wiederholung des Versuchs keine Bilder, selbst als man eine große Anzahl Funken gegen dieselbe Stelle schlugen liefs.

*Apparat zur Darstellung der Photographien.* — Zur Erregung der Elektrizität wurde eine kleine Cylindermaschine angewandt; der Cylinder hielt 10 Zoll in Länge und 7 Zoll im Durchmesser; der Conductor hatte eine Oberfläche von 200 Quadratzoll.

Der Apparat, um die Funken auf die sensitive Platte überzuführen, ist in Fig. 7 Taf. III abgebildet. Ein Messingstab  $RR'$ , der in einer frisch polirten Messingkugel von 0,6 Zoll Durchmesser endigt, wird, isolirt, von einem Stativ über der Mitte der sensitiven Platte gehalten; er ist graduirt und durch eine Schraube eingeklemmt. Die sensitive Platte liegt auf einer Silberscheibe, die mit dem Reibzeug der Maschine in metallischer Verbindung steht. Eine schwache Feder von Platinfolie ruht auf der Collodiumschicht und verbindet sie mit der Silberscheibe.  $R$  ist mit dem Conductor verbunden.

Die Manipulation war folgende: Eine Glasplatte, drei Zoll im Quadrat, wurde sorgfältig gereinigt, mit Collodium überzogen und in einem Bade von 40 Gran salpetersaurem Silberoxyd auf eine Unze Wasser sensitiv gemacht. Nach der Herausnahme aus dem Bade wurde die Platte eine oder

zwei Minuten lang in aufrechter Stellung gehalten, um abzuträufeln; dann wurde sie auf ihr Lager gebracht und die Maschine langsam gedreht, bis eine anscheinend einfache Entladung stattgefunden hatte, worauf die Platte um etwa 0,3 Zoll verschoben und die Operation wiederholt ward, bis 20 Funken übergesprungen waren. Dann wurde die Platte entwickelt und wie gewöhnlich fixirt. Nach jedem Versuch wurde auch die Messingkugel abgewischt, um Staub zu entfernen.

Die auf diese Weise erzeugten Bilder werden leicht zu intensiv, und dadurch ihre inneren Details oft verdunkelt. Die Auswahl des Collodiums erfordert daher einige Sorgfalt. Dasjenige, welches sich zu „*Ambrotypen*“ eignet, verdient den Vorzug. Die folgende Formel bewährte sich bei mir gut:

Reines ( <i>plain</i> ) Collodium	8 Unzen
Iodkalium . . . . .	40 Gran
Bromammonium . . . . .	20 Gran

Dieses Collodium muß in noch frischem Zustande gebraucht werden, weil es dann sensitiv und in seiner Wirkung nicht zu intensiv ist.

Form des positiven Funkens, wenn er durch einen kurzen dicken Metallstab aus dem Conductor gezogen wird.

Unter diesen Umständen besteht der positive elektrische Funke aus zwei Figuren, nämlich einem Stern und einem oder mehreren Ringen. Die Beziehung derselben zu einander wird modificirt durch die Schlagweite des Funkens, d. h. durch die Spannung der Elektrizität. Gewöhnlich hat die Anordnung der beiden Figuren einen bedeutenden Grad von Symmetrie. Die sehr hervortretende Verschiedenheit dieser beiden Componenten und die Thatsache, daß die Ringgestalt, wie ich zeigen werde, dem elektrischen Büschel eigen ist, scheint anzuzeigen, daß jeder einfache Funke aus zwei oder mehreren successiven Entladungen von verschiedener Intensität besteht. Die Abbildungen der Funken in Fig. 8 Taf. III sind nach 9 Mal linear vergrößerten



Photographien ausgeführt; die hellen Portionen der Funken sind daher durch dunkle Schattirungen vorgestellt.

Bei  $\frac{1}{10}$  Zoll Abstand der Messingkugel von der sensitiven Platte ist die gewöhnlichste Form die in Fig. 8 mit 0,1 bezeichnete. Die sternähnliche Gestalt ist sehr deutlich; einer der Ringe ist in deren Areal eingeschlossen und durch einen dunkleren Schatten schwach angedeutet; der andere Ring, zuweilen sichtbar, umschreibt dieselbe. — Bei  $\frac{2}{10}$  Zoll Abstand sind die Strahlen länger und der äußere Ring ist deutlich sichtbar; 0,2 in Fig. 8. — Bei  $\frac{3}{10}$  und  $\frac{4}{10}$  Abstand sind die Strahlen noch länger und der Ring wohl entwickelt; 0,4 in Fig. 8. — Bei  $\frac{5}{10}$  Abstand, ähnliche Gestalt, nur beginnen die Strahlen unregelmäßig zu werden. — Bei  $\frac{6}{10}$  Abstand, ganz unregelmäßige Strahlen, beide Ringe deutlich sichtbar. — Bei  $\frac{7}{10}$  bis  $\frac{12}{10}$  Abstand verliert der Stern seine Regelmäßigkeit und die Ringe liegen nicht mehr symmetrisch. — Bei  $\frac{13}{10}$  Abstand geht kein Funke mehr über; er ist ersetzt durch den elektrischen Büschel oder vielmehr durch ein Mittelding zwischen Büschel und wahren Funken; I in Fig. 8.

Diese intermediären Entladungen machen einen starken Eindruck auf die Platte und liefern intensive scharfe Figuren, bestehend aus drei Theilen: einem äußeren scharf begränzten Kreis, darin einen punktierten Kreis und ganz zu innerst einen breiten Ring, welcher durch zarte Abstufungen in einen Stern übergehen kann. Dies würde andeuten, daß der partielle Funke unter diesen Umständen zum wenigsten aus drei successiven Entladungen von verschiedener Spannung besteht. Die Kreise auf der Platte scheinen genau denselben Durchmesser zu haben, den sie in der Luft besitzen. Darauf deutet sehr der folgende Versuch. Hält man die Platte schief, so gehen die partiellen Funken gemeiniglich eine kleine Strecke an ihr entlang, ehe sie mit in wirklichen Contact kommen, und die Bahn derselben ist dann durch cometenähnliche Schweife bezeichnet (Fig. 9 Taf. III). Diese Schweife haben gleichen Durchmesser wie die Kreise. Dasselbe gilt auch von dem Büschel.

**Elektrischer Büschel.** — Wenn vermöge des Abstandes oder des Gebrauchs eines zugespitzten Drahtes die partiellen Funken an Intensität verringert werden, hat man den elektrischen Büschel. Die Form desselben ist etwas verschieden von der letzten. Der mittlere punktirte Kreis verschwindet, so gut wie die Projectionen aus dem breiten inneren Ringe, und man hat zwei concentrische Ringe, von denen der kleinere am stärksten markirt ist. Nimmt der Büschel noch mehr ab an Intensität, so wird der äußere Kreis sehr schwach und verschwindet zuletzt, so daß nur ein einziger Kreis übrig bleibt. Siehe III und IV in Fig. 8.

Längst sind die Elektriker zu dem Schlufs gelangt, daß der Funke durch unmerkliche Abstufungen in den Büschel übergehe, und ich finde daß die Photographien eine schöne Bestätigung dieser Ansicht liefern. Die Gestalten I, II, III, IV (Fig. 8) sind ausgewählt aus Photographien der ersten Glieder einer Reihe, welche die allmähliche Umwandlung dieser Formen in die andere erläutert; die übrigen Glieder wären leicht hinzuzufügen.

Wir haben gesehen, daß während der elektrische Büschel durch eine Ringform charakterisirt ist, eine Elektricität von höherer Spannung sternähnliche Figuren erzeugt, deren Strahlen bis zu einem gewissen Punkt mit der Spannung wachsen. Das beständige Vorkommen einer Combination dieser beiden Formen in den Photographien *heller Funken* weist nun klar darauf hin, daß diese Funken ebenfalls aus mehr als einer Entladung bestehen; überdies kann der Ring, wo er die Strahlen des Sternes schneidet, oft unter denselben verfolgt werden, wie wenn eine Superposition stattgefunden hätte. Wenn ferner der helle Funke einen gewissen Abstand durchwandert, liegt der Ring gewöhnlich nicht symmetrisch, wie wenn die ihn erzeugende Entladung eine etwas andere Bahn verfolgt hätte. Stets beobachtet man Anzeigen, welche zu der Idee führen, daß sogar der Stern selbst gebildet ist durch Superposition zweier Sterne, welche Strahlen von verschiedener Größe und verschiedener Intensität besitzen.

Die feuchte Collodiumschicht bietet natürlich dem Uebergang der Elektricität auf seiner Fläche einen gewissen Widerstand dar, und liefert uns solchergestalt die verschiedenen oben beschriebenen Anzeigen.

Da endlich die Untersuchungen von Kirchhoff, Helmholtz und Feddersen gezeigt haben, daß die elektrische Entladung oscillatorisch und wellenähnlich ist, so bin ich um so mehr geneigt diese photographischen Figuren als erzeugt durch eine Reihe auf einander folgender Entladungen von verschiedener Intensität zu betrachten.

Ehe ich zu dem nächsten Punkt von Interesse übergehe, will ich einer sonderbaren Abänderung erwähnen, welche der positive Partialfunke erleidet, wenn die Maschine rasch gedreht wird, so daß eine große Anzahl von ihnen auf denselben Fleck schlägt (Siehe V Fig. 8). Viele dieser Partialfunken sind rings um den Punkt unter der Messingkugel radialiter angeordnet, und die zugespitzte Portion ist nach außen gewandt.

Form des negativen Funkens, wenn er durch einen kurzen Metallstab aus dem Conductor gezogen wird.

Die Lichtenberg'schen Figuren sind als Anzeiger einer wirklichen Verschiedenheit zwischen positiver und negativer Elektricität betrachtet worden. Rieff, welcher sie mit großer Sorgfalt untersucht hat, findet zu dem bedeutenden Unterschied in der Gestalt noch den, daß der Durchmesser der positiven Figur sich zu dem der negativen wie 2,77:1 verhält. Derselbe Physiker hat neuerlich über die Priestley'schen Ringe, die sich bilden, wenn eine große Anzahl von Funken auf polirte Metallplatten schlagen, eine ausführliche Untersuchung angestellt und ist dabei zu dem Schluß gelangt, daß die von der negativen Elektricität gebildete Reihe von Ringen ganz verschieden ist von der durch die positive erzeugten<sup>1)</sup>. Demzufolge würde es sehr interessant seyn zu ermitteln, ob auch zwischen den Pho-

1) Pogg. Ann. CXIV, S. 193.

tographien der beiden Funken ein solcher Unterschied bestehe.

Der Apparat ward wie zuvor eingerichtet, nur dafs negative Funken auf die sensitive Platte einschlugen.

Die Gestalt des negativen Funkens fand sich ganz verschieden von der des positiven; er war von Strahlen entblöfst, kreisrund von Gestalt und oft aus einer Anzahl kleiner unsymmetrisch liegender Kreise gebildet. Bei kurzen Schlagweiten (*distances*) war er viel gröfser als der positive Funke und niemals so gut begränzt wie dieser.

Bei  $\frac{1}{10}$  und  $\frac{2}{10}$  Zoll Abstand erschienen runde Scheiben, die durch ihre Schattirung auf eine innere Structur deuteten; 0,1 in Fig. 10 Taf. III. — Bei  $\frac{3}{10}$  Zoll Abstand waren die Scheiben in eine Anzahl kleiner Kreise zerfallen. Siehe 0,3 in der Figur. — Bei  $\frac{4}{10}$  Abstand erschien 0,4 in der Figur. — Bei  $\frac{5}{10}$  Abstand ebenso, doch zuweilen auch die Form A in der Figur. — Bei  $\frac{6}{10}$  Abstand ging kein Funke mehr über; die partiellen Entladungen erzeugten keine Gestalten, sondern nur eine allgemeine Schwärzung der Platte unter dem Entwickler.

Als man die sensitive Platte auf den mit positiver Elektricität geladenen Conductor legte und aus ihrer Oberfläche Funken zog, entstand die negative Figur; als die Platte auf dem mit negativer Elektricität geladenen Conductor lag und Funken aus ihr gezogen wurden, erhielt man die positive Figur; als endlich die Platte auf beiden Seiten mit Colloidum überzogen und isolirt wurde, vor und hinter ihr eine Messingkugel, von denen die eine ebenfalls isolirt und die andere mit dem Boden verbunden war, so entstanden, wie zu erwarten, als man Funken der einen oder anderen Elektricitätsart von der isolirten Kugel zu der Platte und von der Platte zu der abgeleiteten Kugel überspringen liefs, auf den entgegengesetzten Seiten der Platte positive und negative Bilder.

Es ist bekannt, dafs, wenn man den Knopf einer mit positiver Elektricität geladenen Flasche mit einer dünnen Pechplatte berührt, auf dieser, bei Bestreuung mit einem

Gemisch von Schwefelblumen und Mennige, eine sternähnliche Figur entsteht; während sich eine runde Figur bildet, wenn die Flasche negativ geladen war. Diese Figuren führen den Namen ihres Entdeckers Lichtenberg. Die von Riefs angewandte Methode ist besser berechnet, genaue Resultate zu geben, als die gewöhnliche, oben angeführte. Eine kleine quadratische Kupferplatte wird auf einer Seite dünn mit schwarzem Pech überzogen; die Spitze eines isolirten Metallstabes berührt die Mitte der Pechfläche; während die andere Seite der Platte in metallischer Verbindung mit dem Boden steht. Wenn man nun aus der mit positiver Elektrizität geladenen Flasche einen Funken auf den zugespitzten Stab überschlagen läßt, diesen noch isolirten Stab entfernt, und nun das Pech mit dem Gemisch von Schwefel und Mennige bepudert, so bildet sich der Stern in großer Reinheit; in entsprechender Weise entstehen natürlich die rothen negativen Figuren auch sehr vollkommen.

Bei Wiederholung dieser Versuche nach der Riefs'schen Methode wurde ich überrascht von der Aehnlichkeit, die zwischen der rothen negativen Scheibe und den Photographien des negativen Funkens besteht. Auch der positive gelbe Stern hat im Allgemeinen eine Aehnlichkeit mit den Photographien des positiven Funkens, und diese wird sehr erhöht, wenn man den Stern auf folgende Weise hervorbringt. Man hält die Pechplatte in solchem Abstand von dem Knopf des Conductors, daß kein Funke überspringen kann, dann dreht man die Maschine und läßt den Büschel einen Augenblick übergehen. Beim Bepudern der Platte erscheint nun eine Menge kleiner gelber Sterne, die den Photographien sehr ähnlich sind; oft sind sie umgeben von kleinen rothen Kreisen, indem solche Portionen durch Induction negativ wurden.

V. *Ueber J. Kravogl's Quecksilber-Luftpumpe;*  
 von *Dr. Adalbert Edlem von Waltenhofen,*

k. k. Professor der Physik an der Universität zu Innsbruck.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den Sitzungsber. d. VVien. Akad. Bd. XLIV.)

**H**r. Kravogl hat mich ersucht, eine kurze Schilderung der von ihm erfundenen und verfertigten Luftpumpe zu geben.

Ich entspreche diesem Wunsche um so bereitwilliger, nachdem ich bei näherer Prüfung die Ueberzeugung gewonnen habe: das jene Erfindung besondere Aufmerksamkeit und die thätigste Unterstützung verdient.

Der Gedanke: das Quecksilber, indem es einen beweglichen Stahleylinder umgiebt, die Rolle eines flüssigen Kolbens in einem passend geformten gläsernen Stiefel spielen zu lassen — ist dabei in einer Weise ausgeführt, welche nicht nur auf den Namen einer neuen Erfindung, sondern auch eines unverkennbaren Fortschrittes gerechten Anspruch hat.

Einrichtung und Gang des Apparates werden aus nachstehender Beschreibung und aus der Zeichnung Fig. 5 Taf. III verständlich seyn.

Der flaschenähnliche und seitwärts unten bei *f* tubulirte gläserne Stiefel *S* ist in seinem größeren unteren Theile cylindrisch und verjüngt sich nach oben hin ziemlich rasch zu einem engen Halse *h*, der sich dann wieder etwas erweitert und — nachdem er sich so zu einem kleinen Trichter *a* gestaltet hat — cylindrisch endet.

Am unteren Ende des eben beschriebenen Stiefels ist eine große Stopfbüchse angebracht, durch welche mit sehr starker Reibung ein oben elliptisch abgerundeter Stahleylinder *C* eingeführt ist.

Derselbe hat einen etwas kleineren Durchmesser als die innere Weite des Stiefels und eine solche Führung, daß seine Axe immer mit der des Stiefels zusammenfällt. Eine

sehr gelungene Vorrichtung gestattet diesen Stahlcylinder bequem und innerhalb einer solchen Hubhöhe auf und ab zu bewegen, daß seine Kuppe bei der *tieftsten* Stellung unterhalb des Seitencanals *f*, und bei der *höchsten* Stellung in die Nähe des Halses *h* zu stehen kommt, jedoch ohne das Glas zu berühren.

Im Stiefel befindet sich Quecksilber, welches den Stahlcylinder, so weit er eingeschoben ist, stets allseitig umgiebt und so bemessen ist, daß es bei der *tieftsten* Stellung den Seitencanal *f* offen läßt, bei der *höchsten* aber bis in den Trichter *a* hineinreicht.

An der Mündung des Tubulus *f*, dessen Fortsetzung *r* zum Recipienten führt, ist ein stählerner Sperrhahn *x* angebracht <sup>1)</sup>.

Im Halse *h* ruht ein abwärts schließendes stählernes Zapfenventil *z*.

Vom Ballon *B* wolle man vorderhand ganz absehen und sich den Trichter *a* unmittelbar mit der äußeren Luft in Verbindung denken.

Eine zweckmäßige Selbststeuerung besorgt die rechtzeitige Drehung des Hahnes *x*, der nur so lange offen bleibt, als der Tubulus *f* von Quecksilber frei ist, sowie das rechtzeitige Heben und Fallenlassen des Ventils *z*.

Wenn nun der Kolben aus der gezeichneten Stellung aufwärts geht, erfüllt das Quecksilber zunächst den vom Recipienten abgesperrten Tubulus *f* und erhebt sich, den Stahlcylinder allseitig bedeckend, im Stiefel; es dringt dann, sobald der Stahlcylinder seiner höchsten Stellung nahe ist, durch den Hals *h*, während das Ventil *z* gehoben ist, und nimmt endlich bei der höchsten Stellung etwa die Hälfte des Trichters *a* ein.

Durch diesen Vorgang wird zugleich die Luft aus dem Stiefel bis auf jene Ueberreste verdrängt, welche größtentheils zwischen dem Quecksilber und dem Glase als feine Bläschen bemerkbar sind.

1) Hr. Kravogl beabsichtigt diesen Hahn künftighin durch ein bereits vortheilhaft erprobtes Ventil zu ersetzen.



Beim Niedergange des Kolbens wird das Quecksilber durch das wieder fallen gelassene Ventil *z* in zwei Portionen getrennt, von welchen eine im Trichter zurückbleibt, die grössere aber mit dem Stahlcylinder sinkt.

Der dazwischen entstehende luftverdünnte Raum giebt zunächst Veranlassung, daß aus den zurückgebliebenen Luftbläschen grössere Blasen werden, die sich alsbald an der Oberfläche des Quecksilbers entleeren; und sobald der Tubulus *f* frei geworden, und zugleich der Hahn *x* geöffnet ist: strömt auch aus dem Recipienten Luft herüber.

Geht nun der Kolben abermals hinauf, so wiederholt sich der bereits früher beschriebene Vorgang, und, indem die Luft, welche sich auf die eben erzählte Art neuerdings über dem Quecksilber angesammelt hat, durch den Hals *h* hinausgetrieben wird, läßt das dabei gehobene Ventil *z* das früher im Trichter zurückgebliebene Quecksilber herun-  
terfallen.

Als bald aber gelangt das wieder vereinigte Quecksilber, fortwährend steigend, wieder in den Trichter.

Der hierauf folgende Niedergang des Kolbens bewirkt eine abermalige Trennung des Quecksilbers und wiederholte Luftverdünnung in der früher beschriebenen Weise, jedoch schon von einer geringeren Menge zurückbleibender Bläschen begleitet. Es erfolgt nunmehr eine zweite Luftergießung aus dem Recipienten, usw.

Der beschriebene Gang des Apparates bewerkstelligt mit aller Präcision eine fortschreitende Luftverdünnung im Recipienten, welche zuverlässig bis unter *Ein Millimeter* Quecksilber verfolgt werden kann <sup>1)</sup>. Dies gelingt, unter übrigens gleichen Umständen, natürlich desto leichter, je

1) Diese Angabe ist durch Vergleichung gehobener Quecksilbersäulen mit dem gleichzeitigen Barometerstande bei gehöriger Berücksichtigung der Capillarcorrectionen bestätigt worden. Die abgekürzten Barometerproben, welche, von anderen Luftpumpen entlehnt, zur Prüfung der Kravogl'schen benutzt wurden: haben sich als ungenügend ausgekocht erwiesen und in Folge dessen entweder gar keine oder sogar negative Niveaudifferenzen gezeigt, obgleich sie erst vor einigen Jahren von bewährten Händen neu ausgekocht und bisher für gut gehalten wurden.



weniger das Innere des Stiefels mit adhären den Dünsten behaftet und je trockener die Luft in- und auſerhalb des Recipienten iſt.

Der früher auſſer Betrachtung geſetzte Ballon *B* dient nun dazu, das Zustandekommen der höchſten Verdünnungsgrade, wenn es eben darauf ankommt, zu begünſtigen.

Zu dieſem Ende läßt man, nachdem die Luft im Recipienten bereits einige hundertmal verdünnt worden iſt, den Trichter *a* nicht mehr mit der äußeren Luft, ſondern mit einem zuvor ausgepumpten groſſen Ballon in Verbindung.

Die vortheilhafte Wirkung dieſes Kunſtgriffes, welcher bei der *eintieſeligen* Pumpe gewiſſermaſſen die ſonſt durch den Grafsmann'schen oder den Babinet'schen Hahn ermöglichte Hülfeleiſtung eines zweiten Stiefels erſetzen ſoll, iſt ſelbſtverſtändlich <sup>1)</sup>. Schlieſſlich iſt noch die Vorrichtung bemerkenswerth, mit welcher die Pumpe in Gang erhalten wird.

Sie beſteht aus einem Räderwerk, welches einerſeits mit einem Schwungrade verſehen iſt, und andererseits zwei neben einander ausgeſpannte Transmissionsketten in Umlauf ſetzt, deren Verbindung mit dem Stahlcylinder zuſammenhängt und ihn auf- und niederführt.

Die Verzahnungen der Räder und Ketten ſind ſo genau und ſolid gearbeitet, daß ſie die ſanfteſte Bewegung geſtatten, und das ſtaſtiſche Verhältniß des ganzen Triebwerkes iſt ſo bemessen, daß die Hand, welche am Kranze des Schwungrades angreift, den Apparat, trotz der ſehr ſtarken Reibung in der Stopfbüchſe, mit Leichtigkeit in Gang erhält.

Die beſchriebene Erfindung verdient um ſo mehr Beachtung, als ſchon der erſte Verſuch eine Luftpumpe geliefert hat, mit welcher kaum die erſten Meiſterwerke concurriren können, und die bereits entworfene zweistieſelige Conſtruction noch beſſere Leiſtungen verbürgt.

- 1) Zweistieſelige Luftpumpen beabſichtigt Hr. Kravogl ſo einzurichten, daß ein Stieſel aus dem Recipienten, der andere aber aus dem Trichter des erſteren ſaugt.

Es ist zu wünschen, daß Hr. Kravogl recht bald veranlaßt werde, seine vielversprechenden Arbeiten in dieser Richtung fortzusetzen <sup>1)</sup>).

- 1) Zur Darstellung der nach ihm benannten Röhren bedient sich Hr. Geißler in Bonn schon seit einigen Jahren ebenfalls einer Quecksilber-Luftpumpe, die beschrieben und abgebildet ist in: *Beobachtungen über das geschichtete elektrische Licht* usw., von Dr. W. H. Th. Meyer, 4°. Berlin 1858. Diese Pumpe, die nach mehrseitigem Urtheile einen bei weitem höheren Grad von Verdünnung gewährt als die beste Kolbenpumpe, besteht im Wesentlichen nur aus zwei langen Glasröhren, deren eine, lothrecht befestigt, sich nach oben erweitert und über dieser Erweiterung durch einen Glashahn verschließbar ist, während die zweite mit dem unteren Ende der ersten durch eine Kautschuckröhre in Verbindung steht und deshalb mehr oder weniger geneigt werden kann. Diese zweite Röhre und das oben an ihr befestigte, bis auf eine kleine Oeffnung verschlossene Glasgefäß sind mit Quecksilber gefüllt, das sich von ihr auch in die erste Röhre ergießt. Durch Aufrichten und Niederlegen der beweglichen Röhre wird in der feststehenden das Quecksilber zum Steigen und Sinken gebracht, und somit, bei entsprechender Drehung des Glashahns, das Evacuiren vollzogen. P.

VI. Ueber den Unterschied der Wärmeausstrahlung in geschlossenen Thälern und auf Hochebenen; von J. H. Koosen.

Nach einer von Wells, dem Begründer der Theorie des Thau's, aufgestellten Behauptung, ist die Wärmeausstrahlung in Thälern gröfser als in der freien Ebene. Diese Behauptung erscheint auf den ersten Anblick, wenn man die durch Bergwänden von allen Seiten geschützte Lage der Thalebenen in Betracht zieht, so paradox und ist auch neuerdings von Karsten in diesen Ann. Bd. 115, S. 159 angefochten worden, so dafs es mir von Wichtigkeit schien durch eigene Beobachtung dem bei der Wärmeausstrahlung in geschlossenen Thälern und Hochebenen waltenden Umständen nachzuforschen, da die von Wells angeführte Thatsache nicht blofs in physikalischer Hinsicht bemerkenswerth, sondern auch für die Vegetationsentwicklung in der Thalebene von der gröfsten Wichtigkeit ist.

Seit mehreren Jahren in einem von 100 bis 200 Fufs hohen Bergen nach allen Seiten eingeschlossenen Gebirgsthale lebend, habe ich vielfach Gelegenheit gehabt, die Richtigkeit der von Wells gemachten Beobachtung zu bestätigen. Die Ausstrahlung in windstillen und wie sich von selbst versteht, sternklaren Nächten ist in der Thalebene bedeutend gröfser als in der darüber gelegenen Hochebene und beträgt der Temperaturunterschied nahe am Boden befindlicher Gegenstände wie auch der Luft selbst bis zu einer gewissen Höhe oft bis zu 4 bis 5° C. Als Beispiel diene folgendes: Am 23. September d. J. zeigte das Minimum-Thermometer im Thale in einer Höhe von 20 Fufs über dem Erdboden die für die Jahreszeit ungewöhnlich niedrige Nachttemperatur von — 2° R. und alle einigermaßen empfindlichen Pflanzen, wie die *Hortensia*, *Fuchsia*, *Canna*, *Caladium*, *Araucaria exelsa*, waren in Blüthe und Laub erfroren, ja selbst das Weinlaub am freistehenden Spalier

war gänzlich erfroren, ebenso hatten die jungen Triebe der Akazien und Rosen sehr gelitten; während auf der 100 bis 200 Fufs höher gelegenen Hochebene keine Pflanze, selbst nicht die Georgine gelitten hatte, auch an gänzlich freistehenden Weinstöcken das Laub unversehrt geblieben war.

Auf solche Temperaturunterschiede wird man erst aufmerksam, wenn sich ihr Einfluss auf die Vegetation herausstellt, also namentlich zur Zeit der Nachtfröste im Frühjahr und Herbste; obwohl ich aber auch im Frühjahr bedeutende Unterschiede in der Ausstrahlung im Thale und auf der Höhe wahrgenommen, so treten diese doch in weit gröfserem Maafse zur Zeit der Herbstnachtfröste hervor, offenbar wegen des bedeutend niederen Standes der Sonne und der davon abhängigen längeren Zeitdauer der Wärmeausstrahlung in den Thälern. Hiermit ist auch schon eine der Hauptursachen dieses Phänomens angedeutet; die Wärmeausstrahlung beginnt sobald die Sonne unter dem Horizont verschwunden; dies geschieht im Herbst und Winter in den Thälern 1 bis 2 Stunden früher als in der Hochebene; sie hört auf sobald die Sonne wieder über den Horizont tritt, in Thälern ebenfalls mehrere Stunden später als in der Hochebene; im Frühling und Sommer findet ein solcher Unterschied ebenfalls statt, ist aber wegen des höheren Sonnenstandes bedeutend geringer.

Wenn man an einem Sommerabende kurz nach Sonnenuntergang aus einem Thale in die Hochebene hinaufsteigt, so findet man dort schon alle Pflanzen mit Thau bedeckt, während sie in der Höhe noch vollkommen trocken sind. Die Zeitdauer der Ausstrahlung ist im Thale, je näher man dem Wintersolstitium kommt, bedeutend gröfser als in der Hochebene und umgekehrt die Dauer der Insolation bedeutend kürzer.

Die Vorstellung, dafs eine Thalebene durch die sie einschließende Berge gegen Temperatureinflüsse geschützt sey, ist allerdings richtig, insofern man darunter den Schutz gegen kalte Winde, namentlich gegen die im Winter der Vegetation so schädlichen Ostwinde versteht; aber keineswegs

bezieht sich dieser Schutz auf die Wirkung der Wärme-  
strahlung, indem gerade durch die einschließenden Berg-  
wände die Zeit der Insolation verkürzt, mithin die Dauer  
und der Gesamteffect der Ausstrahlung vergrößert wird.

Man könnte nun noch vermuthen, daß die GröÙe der  
Ausstrahlung an und für sich geringer in Thälern sey als  
in der Hochebene, indem ja durch die Berge ein großer  
Theil des Himmelsraumes, in welchen die ausgestrahlte  
Wärme übergeht, verdeckt ist, während in der Hochebene  
die ganze Halbkugel der Ausstrahlung offen ist. Diese  
Vermuthung bestätigt sich jedoch nicht oder nur in sehr  
geringem Maafse; ein nahe am Boden befindliches Object,  
wie etwa eine Pflanze, kann auch in der Ebene nicht frei  
gegen die ganze Halbkugel des Weltraumes ausstrahlen;  
es befinden sich immer andere ähnliche Objecte, Pflanzen  
oder Gebäude in der Nähe, welche einen großen Theil  
der Ausstrahlung nach der Richtung des Horizontes zu auf-  
fangen, und im Ganzen kann man selbst in der Ebene an-  
nehmen, daß derjenige Theil des Himmelsraumes, nach wel-  
chen ein am Boden befindliches Object ungehindert Wärme  
ausstrahlt, durch einen parallelen Kreis begränzt wird, der  
30 bis 35° vom Horizont absteht. In der Thalebene er-  
heben sich aber die Bergwände, durch welche die Wärme-  
ausstrahlung eines Objectes abgeschnitten wird, selten über  
35 bis 40° über den Horizont nach allen Azimuten zu und  
im Durchschnitte betrachtet; der der Ausstrahlung offen-  
stehende Himmelsraum scheint also in der Hochebene für  
nahe am Boden stehende Objecte nicht wesentlich größer  
zu seyn als im Thale. Hier kommt aber noch ein anderer  
wichtiger Umstand in Betracht, über welchen es allerdings  
noch an genauen Versuchen fehlt, nämlich die Frage: ge-  
gen welchen Theil des Himmelsraumes bei gleicher Win-  
kelöffnung die Ausstrahlung eines Objectes am stärksten  
sey; sie ist offenbar desto größer, je mehr die Ausstrah-  
lung gegen das Zenith gerichtet ist: eine Pflanze ist we-  
sentlich gegen die Ausstrahlung geschützt, sobald ein Schirm-  
dach von geringer Ausdehnung senkrecht über ihr ange-

bracht ist, während der seitliche Schutz von nahestehenden Bäumen, Gebäuden und Aehnlichem für die Wärmeausstrahlung wenig bedeutet.

Wir wissen nun durch die neueren schönen Untersuchungen von Tyndall über die Diathermansie der atmosphärischen Luft und des Wasserdampfes, daß die Ausstrahlung gegen dem Zenith nahegelegene Theile des Himmelsraumes nicht allein wegen der geringeren Dicks der zu durchdringenden Schicht der Atmosphäre, sondern namentlich wegen der mangelnden Dampfschicht bedeutend größer seyn muß als die Ausstrahlung gegen den Horizont oder gegen den Theil des Himmelsraumes, der nur wenig gegen den Horizont geneigt ist.

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, daß unter übrigen gleichen Umständen in Thälern 1) die Dauer der Insolation geringer, 2) die Dauer der Ausstrahlung bedeutend länger, 3) endlich die relative Stärke der Ausstrahlung höchst wahrscheinlich nahe dieselbe ist, als auf der Hochebene; daß also im Ganzen der absolute Werth der Gesamtausstrahlung in Thälern bedeutend größer ausfallen muß als in der Hochebene. Hieraus erklärt sich wohl hinreichend die merkwürdige Temperaturdifferenz, welche man nach kalten Nächten zwischen beiden Lagen findet.

Allein es ist mir häufig ein anderer Umstand aufgefallen, der ebenfalls bedeutend diese Temperaturdifferenz hervorzubringen geeignet ist. In der Ebene herrscht, selbst bei Windstille, eine wenn auch wenig merkliche Luftströmung, die jedenfalls dazu beiträgt, die durch die Ausstrahlung bewirkte Temperaturdifferenz zwischen Boden und Luft auszugleichen; diese Luftströmung fehlt in eingeschlossenen Thälern gänzlich und da schon durch die Bodenausstrahlung die kältere Luftschicht sich immer unten befindet, so ist eine absolute Ruhe der Luftmasse im Thalkessel möglich, wie sie in der Ebene wohl selten stattfindet.

Wie groß aber der Einfluß eines geringen Luftzuges auf die Ausgleichung der durch die nächtliche Ausstrahlung hervorgebrachten Temperaturunterschiede ist, dieß ist na-

mentlich in Gegenden, welche Wein bauen, bekannt genug, indem man dort den richtigen Grundsatz hat, daß Nachfröste keinen Schaden thun, sobald der geringste Wind aufkommt.

Weesenstein bei Dresden, November 1862.

## VII. Ueber Grundeis-Bildung; von Dr. Berger,

Lehrer an der Selectenschule in Frankfurt a. M.

Bekanntlich ist die Grundeis-Bildung noch nicht zu voller Befriedigung erklärt. Je nachdem eine oder die andere Beobachtung sich einer oder der andern Ansicht günstig erweist, entscheidet man sich für die Theorie von Mac-Keever <sup>1)</sup> wonach die am Boden befindlichen Körper durch Wärmeausstrahlung unter die Temperatur des umgebenden Wassers erkalten und dieses so zum Erstarren bringen, oder für die von Horner <sup>2)</sup> und Arago <sup>3)</sup>, nach welcher die Krystallisation des Wassers von 0° durch rauhe Stellen und eckige Beschaffenheit des Bodens befördert wird, oder endlich für die von Gay-Lussac <sup>4)</sup>, nach welcher das Grundeis dadurch als solches entsteht, daß kleine Eistheilchen an der Oberfläche des Wassers, durch Strahlung oder durch Berührung mit der Luft abgekühlt und vom Strome nach unten gerissen, an den Boden anhängen, indem sie das dazwischen befindliche Wasser durch die mitgebrachte Kälte gefrieren machen.

Nach Arago <sup>5)</sup> wird die erste dieser drei Theorien unrettbar dadurch über den Haufen geworfen, daß noch Nie-

1) *Annuaire pour l'an 1833*, p. 260; *Pogg. Ann.* Bd. 28 S. 217 ff.

2) *Gehler's phys. Wörterb.* Bd. 3 S. 127 u. f.

3) *Annuaire p. l'an 1833* p. 264.

4) *Ann. d. chim. et d. phys. Sér. 2. T. 53*; *Pogg. Ann.* Bd. 43 S. 527.

5) *Annuaire p. l'an 1833* p. 264.



mand Grundeis in einem stillstehenden Wasser beobachtet hat. Ausserdem wird noch gegen dieselbe eingewendet, daß das Wärmedurchlassungsvermögen der über dem Boden befindlichen Wassermasse zu gering sey, daß ferner den Steinen die durch Strahlung etwa verloren gegangene Wärme wieder aus dem Innern der Erde zugeleitet werde.

Gegen Horner's und Arago's Theorie hat Gay-Lussac eingewendet, daß gesättigte Salzlösungen und auf 0° erkaltetes Wasser nur an plötzlich hineingebrachten Körpern leichter krystallisiren, und Maschke<sup>1)</sup>: es sey kein Grund abzusehen, warum auf diese Weise nicht das ganze Wasser zufriere, sobald der Vorgang einmal eingeleitet sey. Auch hat letzterer dieselbe durch einen directen Versuch zu widerlegen gesucht<sup>2)</sup>.

Derselbe Versuch läßt sich aber, wie mir scheint, in einer etwas anderen Weise ausgeführt, zur Prüfung beider Theorien, der M.-Keever'schen sowohl, als der Horner-Arago'schen, anwenden. Bringt man nämlich sehr gut strahlende und möglichst raue Körper unter Wasser von 0° und versetzt sie in die Lage kräftig Wärme ausstrahlen zu können, so muß der Erfolg für die eine oder die andere oder gegen beide entscheiden. Ich habe nun in ein schiefwandiges Blechgefäß — es war 9 Zoll hoch, der untere Durchmesser maß 1, der obere 2 Fuß — 8 Zoll hoch Wasser gebracht. Am Boden desselben befanden sich zwei mit Lampenrufs geschwärzte flache Porzellanschalen — der Rufs der einen war mit dem Finger verstrichen und wurde von dem Wasser benetzt, der auf der anderen nicht — ferner Glasscherben, Papierschnitzel, möglichst raue spitzige Steine, ein rauhes Zinkblech, dunkelfarbiger Sand; die best strahlenden dieser Körper befanden sich in der Mitte des Gefäßes. Dieses schwamm in einem zweiten Gefäß, welches Wasser und Eis enthielt. Der Inhalt des ersteren erkaltete bald bis zu 0° und blieb, wie ein öfter hineingetauchtes Thermometer zeigte, fortwährend und

1) Pogg. Ann. Bd. 95 S. 244.

2) Pogg. Ann. Bd. 95 S. 243.



in allen seinen Theilen auf dieser Temperatur. Das Ganze stand im Freien. Der Himmel war vollkommen heiter und sternhell, die Atmosphäre äußerst ruhig, und ihre Temperatur variierte zwischen  $-6$  und  $-11^{\circ}$  R. In Zwischenräumen von je einer halben, einigemal auch von einer ganzen Stunde, wurde die auf der Oberfläche entstandene Eisdecke so weggenommen, daß dadurch das Gefäß möglichst wenig erschüttert und die Strahlung möglichst wenig behindert wurde. Es bildete sich kein Eis an den am Boden befindlichen Körpern, weder an den gut strahlenden, noch an den rauhen, für welche letztere also der Erfolg mit dem Maschke's übereinstimmt. Auch konnte dadurch keine Krystallisation bewirkt werden, daß die Körper herausgenommen und wieder eingetaucht wurden. Es kann außerdem, wie sich weiter unten zeigen wird, Grundeisbildung stattfinden, ohne daß den Bedingungen, welche beide Theorien stellen, Genüge geleistet wird, und es kann weder die eine noch die andere diese Erscheinung erklären.

Gegen die Gay-Lussac'sche Erklärungsweise hat man angeführt <sup>1)</sup>, daß Eistheilchen unmöglich bis zur Tiefe von 6 Fufs hinabgerissen werden können, bis zu welcher Tiefe man jedoch Grundeis gesehen hat. Bedenkt man aber, daß auch Wasser von  $0^{\circ}$  hinabgerissen wird, trotzdem daß es leichter ist als das unten befindliche von  $4^{\circ}$ , so wird man die Unwahrscheinlichkeit so sehr groß nicht finden. Da sie dem rasch nachströmenden und auf sie drückenden Wasser eine größere Fläche darbieten, so wird dadurch die Wahrscheinlichkeit nicht geringer <sup>2)</sup>, sondern größer. Daß übrigens solche Eistheilchen wenigstens bis zur Tiefe von 3 Fufs hinab gerissen werden können, beweist folgender Versuch. In einem Zuber befand sich, bei einer Temperatur der Atmosphäre von  $-8$  bis  $-16^{\circ}$  R., Wasser bis zur Höhe von 3 Fufs. An den Innenwänden waren hie und da schmale rauhe Borde, die bis zum Boden reichten, angebracht. In der Mitte war eine Spindel eingelassen, an

1) Pogg. Ann. Bd. 43 S. 529.

2) Pogg. Ann. Bd. 43 S. 530.

deren unterem Ende sich eine ebenfalls schmale und raube Schaufel befand. Diese Spindel wurde rasch gedreht. An der Oberfläche entstanden lockere Eismassen. Nach kurzer Zeit hing ein Theil derselben locker an Schaufel und Borden an. Dafs aber eben solche Eismassen in Flüssen wirklich hinab gerissen werden, an den Steinen des Bodens anstreifen und so ganz oder theilweise hängen bleiben, ist durch die Beobachtungen des Aarauer naturwissenschaftlichen Vereins <sup>1)</sup> unwiderleglich nachgewiesen.

Eine andere Frage ist die: wie entsteht das Eis auf der Oberfläche bewegten Wassers? Darüber dürfte folgender einfache Versuch Aufschluss geben. Aus einem in der Höhe stehenden Gefäfse liefs ich, bei einer Temperatur von  $-6$  bis  $-16^{\circ}$  R., Wasser in ein einige Fufs tiefer stehendes laufen. Die Oeffnung, aus der es lief, war durch sehr feine Drahtnetze so vergittert, dafs in den Maschen der dieser Oeffnung nächsten keine Eisnadeln mehr sichtbar wurden, und man also sicher seyn konnte, dafs auch keine mehr aus der Oeffnung ausflossen, wenngleich durch Eingiefsen von neuem Wasser beständig eine grofse Anzahl solcher Nadeln hinabgerissen wurde. Das herablaufende Wasser schäumte sehr stark; unter dem Schaum bildeten sich regelmäfsig solche lockere Eismassen, wie sie viele Beobachter der Grundeisbildung beschreiben. Wenn man sie abschäumte und das Wasser aus dem Löffel herablaufen liefs, so bildeten sich dadurch wieder Schaumblasen und unter diesen augenblicklich dieses Eis. Auf dieselbe Weise war auch das Eis bei obigem Versuche mit der Spindel entstanden. Diese Schaumblasen wären demnach wohl als die erste Ursache der Eisbildung in bewegtem Wasser zu betrachten.

Wenn nun die Eisbildung in bewegtem Wasser und das Sichtbarwerden von Eisschollen, besonders an der der Strömung zugekehrten Seite von Steinen usw., sich auf diese Weise erklärt; so haben aber Mohr <sup>2)</sup> und Maschke <sup>3)</sup>

1) Th. Zschokke, Das Grundeis auf der Aare, S. 3, 5 u. f.

2) Pogg. Ann. Bd. 43 S. 528.

3) Pogg. Ann. Bd. 95 S. 243.

vor der Bildung des Grundeises keine Eiskrystalle auf der Oberfläche beobachten können. Es sind ferner manche Thatsachen bekannt, die sich dieser Erklärung schlechterdings nicht fügen; wie z. B. der Erfolg des Versuchs von Strehlke<sup>1)</sup>. Einen von Hugi<sup>2)</sup> zuerst angestellten und von Arago so sehr zur Wiederholung empfohlenen Versuch habe ich in folgender Weise ausgeführt: Zwei in jeder Beziehung möglichst gleiche Sauerwasserkrüge mit möglichst glattem Boden wurden von oben bis etwa in die Hälfte mit rauhen Stricken so umwickelt, daß sie möglichst viele Unebenheiten darboten. Der eine derselben wurde mit kochendem, der andere mit kaltem Wasser gefüllt und beide etwa  $1\frac{1}{2}$  Fufs tief in die Wieseck bei Gießen hinabgelassen. Diese war durch das nach starker Kälte plötzlich eingetretene Thauwetter hoch angeschwollen; das Wasser, in welchem das Thermometer allenthalben  $0^{\circ}$  zeigte, strömte sehr rasch, war sehr schmutzig und führte auf seiner Oberfläche ebenfalls schmutzige lockere Eisschollen. Die Nachmittagssonne schien warm, der Himmel war vollkommen heiter. Nach 35 Minuten wurden die Krüge hervorgezogen. An den Stricken, mit welchen beide Krüge umwickelt waren, hatte sich Eis locker angesetzt, das offenbar von der Beschaffenheit, der oben schwimmenden Schollen war. An den Böden aber sah man Eisplättchen, ganz so beschaffen wie sie Strehlke<sup>3)</sup>, Maschke<sup>4)</sup> und Zschokke<sup>5)</sup> beschrieben, und zwar an dem des heißen Kruges bedeutend mehr als an dem des kalten. Sie waren leicht aufgefroren. Auch an der Rückseite der Stricke, an welchen die Krüge gehangen, hatte sich mehrmals solches Eis angesetzt. Als der Versuch bei niedrigerem Wasserstande und weniger rascher Strömung wiederholt wurde, war keine Eisbildung mehr zu bemerken.

1) Pogg. Ann. Bd. 28 S. 224.

2) *Annuaire p. l'an 1833*, p. 267.

3) Pogg. Ann. Bd. 28 S. 224.

4) Pogg. Ann. Bd. 95 S. 241.

5) Zschokke S. 2.

Sehen wir vorerst von der Wirkung der Temperaturdifferenz ab, so konnte dies Eis nach keiner der drei Theorien entstanden seyn; nicht durch Wärmestrahlung, denn die Sonne schien warm; nicht durch das Vorhandenseyn rauher Körper, denn die Böden waren beide glatt, und es hätte sich eher an den bedeutenden Unebenheiten der Stricke bilden müssen, welche um die Krüge gewickelt waren; nicht nach Gay-Lussac's Theorie, denn es hatte nicht die geringste Aehnlichkeit mit dem oben schwimmenden Eis; außerdem hatten sich diese Plättchen so der Form des Kruges angeschmiegt, daß sie nicht leicht anders entstanden seyn konnten, als an der Stelle, wo sie sich befanden.

Wenn man einen Stab in schnell fließendes Wasser taucht, so sieht man dieses hinter demselben zwei Curven bilden, die einen wasserleeren Raum lassen. Unmittelbar an der Hinterseite des Stockes selbst aber legt sich eine ganz dünne Wasserschicht an. Ein in solchem auf abschüssigem Boden rasch dahinströmenden Wasser liegender Stein bewirkt, wie man sich durch Beobachtung leicht überzeugen kann, dieselbe Erscheinung, nur daß der leere Raum auch von oben her geschlossen ist. Dieser leere Raum muß sich augenblicklich mit Dampf füllen, welcher seine latente Wärme aus dem umgebenden Wasser aufnimmt. Hat dieses Wasser  $0^{\circ}$ , so muß es gefrieren, und es muß sich eine dünne Eisschicht an der Rückseite des Steines bilden. Wohl mögen sich auch an den Wänden der Wassercurven solche Plättchen abscheiden. Da der Dampf durch das Wasser mechanisch fortgerissen wird, so wird die Eisbildung so lange fort dauern, als die Temperatur des Wassers niedrig genug —  $0^{\circ}$  — ist.

Vor den Steinen sieht man in schnell fließendem Wasser oft Blasen aufsteigen, welche auf dieselbe Weise das Entstehen eben solcher Eisplättchen veranlassen müssen.

Je tiefer das Wasser ist, desto weniger leicht werden die zu dieser Bildung nöthigen Bedingungen erfüllt. In ei-

ner gewissen Tiefe muß sie für eine gewisse Abschüssigkeit des Bodens und Stärke der Strömung ganz aufhören.

Die so entstandenen Eisplättchen werden sich nun wohl nicht an dem Orte ihrer Entstehung anhäufen, sondern von der Strömung los- und dann fortgerissen werden, oder in die Höhe steigen. Im ersteren Falle werden sie an anderen Steinen, denen sie etwa begegnen, hängen bleiben, wenn deren Oberfläche dazu geeignet ist. Im letzteren Falle werden sie während ihres Aufstiegens oder an der Oberfläche durch die Bewegung des Wassers theilweise zu jenen Schollen sich vereinen, die dann ihrerseits wieder gleiches Schicksal mit den an der Oberfläche selbst gebildeten haben können.

Ich erlaube mir, nun noch einige Worte über den Einfluß der Temperaturdifferenz der beiden Krüge, obschon ich die folgende Erklärung noch weniger als die vorhergehende als vollständig und gegen Einwände sicher bezeichnen möchte. In dem leeren Raume hinter dem heißen Krüge bildet sich rasch eine große Menge heißen Dampfes, die nicht allein, wie hinter dem kalten Krüge, mechanisch fortgerissen, sondern auch schnell an dem kalten Wasser condensirt wird. Dadurch wird die Verdampfung beschleunigt<sup>1)</sup>. Diese Beschleunigung währt fort, bis der Krug auf 0° erkaltet ist, was jedenfalls rasch geschieht. In diesem Augenblicke muß das an ihm befindliche Wasser gefrieren, während am kalten Krüge, wo dieser begünstigende Umstand fehlt, dieß um so eher verhindert werden kann, als der leere Raum nicht immer an derselben Stelle bleibt, vielmehr eine Stelle, die eben frei war, im folgenden Augenblicke bei der Unregelmäßigkeit der Bewegung mit Wasser bedeckt seyn kann, und umgekehrt.

Das hier Gegebene der Hauptsache nach kurz zusammenzufassen, wären also zwei Arten von Grundeis zu unterscheiden:

1) Es mag hier daran erinnert werden, daß z. B. in der Eishöhle la Baume bei Besançon sich um so mehr Eis bildet, je wärmer der Sommer ist.

- 1) solches, welches an der Oberfläche des Wassers — unter den durch Bewegung entstandenen Schaumblasen — sich bildet und von der Strömung hinabgerissen wird;
  - 2) solche Plättchen, welche wasserleeren Räumen hinter oder vor in rasch bewegtem Wasser befindlichen Gegenständen ihre Entstehung verdanken.
- 

### VIII. Ueber die Erzeugung von Tönen durch Wärme; von J. Schneider in Düsseldorf.

Außer den gewöhnlichen bei dem Trevelyan-Versuche auftretenden Tönen habe ich in einer früheren Abhandlung <sup>1)</sup> einiger eigenthümlichen Töne Erwähnung gethan, die bis dahin einer Berücksichtigung entgangen waren, die sich aber von den Trevelyan'schen Tönen in mehreren Beziehungen wesentlich unterscheiden. Ich habe diesen Tönen später eine weitere Untersuchung gewidmet und gebe hier kurz die Resultate.

Bekanntlich gilt für die Entstehung der Trevelyan'schen Töne die Bedingung, daß die Berührung zwischen dem heißen und dem kalten Körper abwechselnd in zwei verschiedenen Punkten geschieht, während dagegen bei den Tönen, von welchen die nachstehenden Versuche handeln, die beiden Körper sich stets nur an ein und derselben Stelle berühren. Zur Hervorrufung beider Arten von Tönen bediente ich mich zunächst eines aus einem 2,5 Linien dicken runden Kupferstabe gefertigten Ringes von 3 Zoll Durchmesser, den ich an der Innenseite auf den convexen Theil eines Bleiblockes senkrecht aufhing. Der Ring geräth nach

- 1) Ueber die bei gegenseitiger Berührung von Körpern ungleicher Temperatur entstehenden Tonschwingungen (Programm des K. Gymnasiums zu Düsseldorf. 1860).

der Erhitzung, wenn man ihn seitwärts aus dem Gleichgewichte bringt, in Schwingungen von grossen Amplituden, ohne zu tönen; hat er aber zwei getrennte Berührungstellen mit dem Blei, so fängt er auch, nach Art des Trevelyaninstrumentes, zu tönen an; alsbald aber vernimmt man, bei fortschreitender Erhitzung, einen ganz fremdartigen, hohen und meist schrillenden Ton, wobei die vorigen Töne zeitweise gehemmt werden und der Ring nicht mehr zwischen zwei Berührungspunkten oscillirt, sondern unverrückt an derselben Stelle mit der Unterlage im Contact bleibt; hört der zweite Ton, was nach kurzer Zeit öfters geschieht, auf, so beginnen die gewöhnlichen Töne von Neuem, und man nimmt wiederum die zwischen zwei Berührungstellen statthabenden Oscillationen wahr. Auch wenn der Ring in weiten Schwingungen sich bewegte, ohne zu tönen, wurden diese Schwingungen beim Eintreten der neuen Töne augenblicklich sehr klein und hörten oft ganz auf, traten aber wieder ein, sowie jene Töne schwiegen. Sind die letzteren anhaltend und energisch, so bemerkt man zuweilen, dafs sich der Ring um seine verticale Axe langsam zu drehen beginnt, ohne aber die Berührungsstelle zu verändern <sup>1)</sup>).

Um diese Töne leichter rein zu erhalten habe ich mich mit Vortheil verschiedener 9 Zoll langer und 3 Linien dicker runder Metallstangen bedient. Legt man eine solche Stange von Kupfer horizontal und quer auf einen oben convexen Bleiblock, so dafs die Stange nur in einem Punkte aufliegt, so entstehen nach der Erhitzung alsbald die schrillenden Töne, wobei sich zuweilen die Stange, wie oben der Ring, um den Aufliegepunkt, bald nach der einen, bald wieder zurückkehrend nach der anderen Seite, horizontal herumbewegt. Hat die Stange an dem einen Ende eine geringe Neigung nach unten, so senkt sie sich während des Tönens immer mehr nach dieser Seite, bis sie ganz aus dem Gleichgewichte kommt. Auch gleitet dieselbe, wenn

1) Die Töne treten auch öfters ein, wenn man den Ring horizontal auf den Bleiblock legt.



man sie an dem einen Ende höher als die Aufliegestelle unterstützt, allmählig während des Tönens nach der tieferen Stelle hinab, bis sie zuletzt von der Unterlage herabsinkt. Giebt man dem Stabe, wenn er frei aufliegt, einen senkrechten Anstoß, so wippt er, nach Art des Trevelyan-instrumentes, auf und ab, wodurch die schrillenden Töne gestört, oder ganz gehemmt werden. Hat man den Stab seitwärts aus dem Gleichgewichte gebracht, so giebt er die gewöhnlichen Töne, welche die neuen Töne alsbald verdrängen, und man sieht auch hier wie oben bei dem Ringe, daß sich beide Arten von Tönen gegenseitig auszuschließen suchen. Um die Töne ganz rein und musikalisch zu erhalten, legt man am besten den Stab horizontal etwa  $1\frac{1}{2}$  Zoll von dem einen Ende auf das vorher sorgfältig geglättete Blei und unterstützt ihn etwa  $1\frac{1}{2}$  Zoll von dem anderen Ende in gleicher Höhe; tritt nicht von selbst ein reiner Ton hervor, so kann man durch leise Berührung des Stabes zwischen den beiden Unterstützungspunkten den Ton nicht bloß rein stimmen, sondern auch durch vermehrten oder verminderten Druck nach Höhe und Tiefe reguliren.

Bei den Trevelyanversuchen kann man bekanntlich den Wackler über den Berührungstellen bedeutend belasten, ohne den Ton zu hemmen, ja häufig wird die Stärke durch einen oberhalb der Berührungsstelle ausgeübten Druck vermehrt; die neuen Töne aber hören bei einer leichten Belastung oder geringem Drucke über dem Berührungspunkte sogleich auf. Ueberzieht man die Unterlage mit einer Oel-schicht, so treten die gewöhnlichen Töne zwar nicht so leicht als bei reinen Metallflächen, aber doch immer ohne Schwierigkeit ein; dagegen ist es mir noch nicht gelungen, unter diesen Umständen die neuen Töne hervorzubringen. Diese Töne entstehen ebenso, wie ich es früher für die Trevelyan'schen aus zahlreichen Versuchen geschlossen, immer nur nach erfolgtem äußerem Impulse, und zwar, indem man das aufliegende Metall durch einen leisen Schlag erschüttert; oft ist die geringste solche Erschütterung, auch wenn sie nur mittelbar geschieht, hinreichend, den Ton her-

vor  
Hat  
selb  
schl  
Ton  
der  
nach  
der  
über  
vely  
selt  
schl  
Erw  
mer  
ganz  
eben  
dem  
ohn  
Arte  
ihne  
den  
eine  
nur  
der  
die  
aust  
die  
We  
Erze  
es s  
sie  
higk  
Blei  
pfer  
eine  
Pog



vorzubringen, oder zu hemmen, oder auch zu verändern. Hat man einen reinen Ton erhalten und man hemmt denselben, so tritt, wenn man die Stange sogleich wieder anschlägt, auch derselbe Ton wieder ein; läßt man aber den Ton fort dauern, so bleibt er nicht lange unverändert, sondern wird, sowie die Abkühlung fortschreitet, nach und nach immer höher, bis er gänzlich aufhört. Bei wachsender Erhitzung gewahrt man das Bestreben, in tiefere Töne überzugehen, was jedoch nicht so leicht wie bei dem Trevelyaninstrumente geschieht, vielmehr wird der Ton nicht selten durch die vermehrte Temperaturdifferenz gehemmt; schlägt man aber das erhitze Metall bei fortschreitender Erwärmung von Zeit zu Zeit an, so erfolgen stets auch immer tiefere Töne. Die Töne springen aber auch sehr häufig ganz von selbst auf und ab, und zwar um so mehr, je unebener die sich berührenden Metallflächen sind, was bei dem Trevelyaninstrumente, wie ich früher nachgewiesen, ohne äußere Veranlassung niemals geschieht. Hat man beide Arten von Tönen zugleich erhalten, so sucht derjenige von ihnen, für welchen die Bedingungen am günstigsten sind, den anderen stets zu verdrängen, so daß zuletzt nur noch einer übrig bleibt; zuweilen gelingt es auch beide, obschon nur auf kürzere Zeit, gleichzeitig zu erhalten. Bekannt ist der bedeutende Einfluß, den bei dem Trevelyaninstrumente die damit in Verbindung stehenden Körper auf den Ton ausüben: die neuen Töne dagegen werden nur wenig durch die Resonanz verstärkt und sind von der Umgebung bei Weitem unabhängiger; auch ist im Allgemeinen zu ihrer Erzeugung eine größere Temperaturdifferenz erforderlich; es sind stets hohe Töne von eigenthümlichem Klange, wenn sie rein sind, und sie werden um so reiner, je weniger Rauigkeit die sich berührenden Metallflächen haben.

Außer mit den angeführten Metallen — Kupfer und Blei — habe ich die Töne erhalten mit einer heißen Kupferstange auf einer kalten Messingstange, und ebenso mit einer heißen Messingstange auf einer kalten Kupferstange;

ferner mit kaltem Blei auf heißem Messing, heißem Eisen auf Blei, und endlich mit Kupfer und Messing auf Zink und Zinn.

Da man sich in allen Fällen bei den angeführten Versuchen leicht überzeugen kann, *dafs die ungleich warmen Metalle sich immer nur an ein und derselben Stelle berühren*; so können die Töne nicht, wie bei dem Trevelyan-instrumente, durch die nach Art der Pendelschwingungen zwischen zwei getrennten Punkten statthabenden Oscillationen hervorgerufen werden, und es kann daher die bekannte Faraday'sche Theorie, welche alle Erscheinungen des Trevelyanversuches ganz genügend erklärt, auf die in Rede stehenden Töne keine Anwendung finden; diese werden vielmehr als ein neues Phänomen von jenen um so mehr sorgfältig zu trennen seyn, als es stets Physiker gegeben hat und noch giebt, welche bei dem Trevelyan'schen Phänomen an eine dabei wirksame *Abstoßungskraft* gedacht haben, und daher die vorliegende Erscheinung, welche sich der Faraday'schen Erklärung ganz entzieht, leicht als einen neuen Einwand gegen die Richtigkeit der letzteren anzusehen geneigt seyn dürften <sup>1)</sup>. Indem ich daher beide Phänomene zwar von einander trenne, halte ich doch für die in Rede stehenden Töne die Annahme einer dabei wirkamen abstoßenden Kraft für ebenso unzulässig, wie bei den Trevelyan'schen Tönen, und sehe vielmehr als gemeinschaftlichen Grund Beider *die Ausdehnung der Körper durch die Wärme* an, jedoch so, dafs die neuen Töne, bei rasch aufeinanderfolgenden Ausdehnungen und Zusammenziehungen der Metalle, hauptsächlich in *horizontaler* Richtung, erfolgen, während bei den anderen vorzüglich die *verticale* Ausdehnung und Zusammenziehung die andauernden Oscillationen hervorbringt.

1) Mehrere der noch bestandenen Einwände gegen die Faraday'sche Erklärung habe ich in der angeführten Abhandlung auf experimentellem Wege zu erledigen gesucht.

Die vorstehenden Versuche, denen ich eine weitere Ausführung zu geben im Begriffe bin, mögen vorläufig genügen, die Aufmerksamkeit auf eine Erscheinung zu lenken, die an theoretischer Bedeutung gewinnt, seit sich — durch die neuerliche Entdeckung der innerhalb des Schließungsbogens der galvanischen Kette erfolgenden Vibrationen — über die Frage, ob in allen vorkommenden Fällen blofs die *ausdehnende Kraft* der Wärme, oder etwa eine wirkliche *Abstosungskraft* das wirksame Agens sey, die Meinungen der Physiker sehr getheilt haben.

### IX. Ueber die Zusammensetzung eines fossilen Eies; von H. Rose.

**Hr. Borchardt**, königl. Bau-Inspector in Swinemünde hatte meinem Bruder bei seinem Aufenthalte daselbst eine salzartige Masse von der Form eines grossen Vogeleis übergeben, welche derselbe von einem Schiffscapitain erhalten, der es von den Chinha Inseln bei Peru mitgebracht hatte, wo es im Guano 40 Fufs unter der Oberfläche des Bodens gefunden worden war.

Das Ei ist von der Grösse eines grossen Gänseeies; es hat ein Gewicht von 252 Grm.; der Längendurchmesser beträgt 80 Millimeter, der kürzere Durchmesser 58 Millimeter. Um die innere Textur beurtheilen zu können wurde es durchgesägt, die Masse ist durchweg krystallinisch, stellenweis von weisser und von schwach bräunlicher Farbe, und hat fast Seidenglanz der aber durch längeres Liegen an der Luft sich verliert. Nur an einer Stelle findet sich eine braunschwarze Masse von erdigem Bruche in geringer Menge.

Die salzartige Masse des Vogeleies ist eine der merkwürdigsten Pseudomorphosen. Sie enthält fast nichts von den unorganischen Bestandtheilen, die man in den Vogeleiern findet und besteht fast nur aus schwefelsaurem Kali, verbunden mit schwefelsaurem Ammoniak, und zwar nach einer Untersuchung von Hrn. Finkener im Hundert aus:

Schwefelsaurem Kali	70,59
Schwefelsaurem Ammoniumoxyd	26,55
Chlorammonium	1,25
Chlornatrium	0,65
	<hr/> 99,04.

Das Fehlende besteht größtentheils aus organischer Substanz, deren Menge also auffallend gering ist.

Es sind in der Masse 2 Atome des schwefelsauren Kalis mit einem Atom schwefelsauren Ammoniak verbunden. Um die merkwürdige Substanz so viel wie möglich unverletzt zu erhalten, durfte nur eine sehr geringe Menge zur Untersuchung angewandt werden.

Von den ursprünglichen Bestandtheilen in den Vogeleiern, namentlich von der Kalkerde (die außer in der Schale besonders im Eigelb und weniger im Eiweiß enthalten ist), von der Phosphorsäure, (die in so großer Menge aus dem Eigelb, in weit geringerer Menge aus dem Eiweiß abgeschieden werden kann), von dem Chlornatrium (das namentlich im Eiweiß in großer Menge vorkommt) findet sich entweder nichts oder nur Spuren in dem metamorphosirten Ei. Der ganze Inhalt des Eies ist also entleert worden, und die an seine Stelle getretene salzartige Masse kann nicht aus den Bestandtheilen des Eies sich erzeugt haben.

Von der Schale des metamorphosirten Eies finden sich einige deutliche Ueberbleibsel noch vor. Aber auch diese ist gänzlich verändert worden. Eine äußerst kleine Menge davon gab bei einer Untersuchung nur 0,91 Proc. Kohlensäure; ferner 0,45 Kieselsäure 2,07 organische Substanz,

2,33 Kali 0,84 Chlor, 0,34 Kalkerde und 77,82 phosphorsaure Kalkerde ( $\text{Ca}^3\text{P}$ ). Das Fehlende bestand in Wasser. Es ergibt sich hieraus, daß die größte Menge der kohlensauren Kalkerde der Schale in phosphorsaure Kalkerde umgewandelt worden ist.

In der salzartigen Masse des Eies findet sich, wie schon oben angeführt, an einer Stelle eine schwarze Masse in geringer Menge. Dieselbe besteht aus einer sehr wenig stickstoffhaltenden Huminsubstanz. Sie löst sich in einer Lösung von Kalihydrat, die Lösung hat eine schwarzbraune Farbe; durch Uebersättigung mit Chlorwasserstoffsäure wird die Huminsubstanz als braune Flocken wieder ausgeschieden.

---

X. *Ueber ein einfaches Verfahren, mikroskopische Ansichten photographisch aufzunehmen;*  
*von Hermann Vogel.*

---

Jeder Naturforscher weiß wie mühsam und zeitraubend das Nachzeichnen der mittelst des Mikroskops beobachteten vergrößerten Bilder verschiedener Objecte ist und wie sehr solche Copien oft vom Originale abweichen.

Diese Umstände haben schon seit längerer Zeit Männer wie Bertsch in Paris, Highley in London, Fierländer in Deutschland u. A. veranlaßt, die Photographie zur Aufnahme mikroskopischer Ansichten anzuwenden und es ist diesen auch gelungen, treffliche »Mikrophotographien« anzufertigen.

Das Verfahren, dessen sich diese Herren bedienen, ist jedoch nur zum Theil bekannt geworden. Bertsch und Highley benutzten dazu eine Art Sonnenmikroskop, bei dem der Bildschirm durch eine photographische Platte ver-

tauscht werden kann. Sie hatten Apparate der Art auf der letzten Industrieausstellung zu London ausgestellt. Der Preis derselben war etwa 500 Thlr. So ausgezeichnet diese Apparate aber auch arbeiten, so ist doch ihr Gebrauch mit manchen Unbequemlichkeiten verbunden. Man ist genöthigt, das in dem Beobachtungsinstrument betrachtete Object in den photographischen Apparat zu transportiren, und hierbei hält es oft sehr schwer, die vorher beobachtete Stelle des Objectes wieder aufzufinden.

Ich versuchte deshalb, ob es nicht möglich sey den erwähnten kostspieligen Apparat ganz zu entbehren und die Bilder, die das Beobachtungsinstrument zeigt, unmittelbar aufzunehmen. Ich nahm den von mir aus England mitgebrachten, seines Asterismus wegen so merkwürdigen Glimmer von South Burgefs, spannte ihn in ein Schick'sches Mikroskop und legte dieses horizontal. In dieser Stellung combinirte ich dasselbe mit einer kleinen photographischen Camera mit einer simplen achromatischen Linse (sogenannten Landschaftslinse) von circa 4" Brennweite, so dafs die optischen Axen beider Instrumente zusammenfielen und das Objectiv der Camera das Ocular des Mikroskops fast berührte. Als ich nun mit Hülfe des am Mikroskop angebrachten Hohlspiegels Sonnenstrahlen auf das Object warf, sah ich auf der circa 8" weit ausgezogenen matten Scheibe der Camera ein deutliches Bild der im Glimmer enthaltenen Krystalle. Mit Hülfe des Triebes am Mikroskop wurde dasselbe scharf eingestellt, dann die photographische Aufnahme vorgenommen. Der Versuch glückte vollständig. Ich erhielt nach 25 Sekunden Exposition ein scharfes 500fach vergrößertes Bild der beobachteten Krystalle, deren genauere Betrachtung mich auf die Vermuthung brachte, dafs dieselben Cyanit seyen, eine Ansicht, der Hr. Prof. G. Rose beistimmte <sup>1)</sup>.

1) Hr. Prof. G. Rose hat diesen Glimmer genauer beschrieben und eine Zeichnung beigelegt, die nach meiner Photographie angefertigt ist (Siehe die folgende Abhandlung).

Diese Methode, Mikrophotographien anzufertigen, ist so einfach, daß sie Jeder anwenden kann, der mit den photographischen Operationen einigermaßen vertraut ist; sie macht keinen andern Apparat nöthig als eine einfache Camera mit einer Landschaftslinse; sie läßt sich jedem Mikroskope, was lichtstark genug ist, anpassen und liefert, je nachdem man die Visirscheibe der Camera mehr oder weniger weit auszieht, Ansichten, die den direct beobachteten gleich, oder auch kleiner oder größer als diese sind.

Auf den so erhaltenen Bildern kann man leicht die Winkel der mikroskopischen Krystalle messen, einfach durch Verlängerung der Schenkel und Anlegung eines Transporteurs. Das photographische Negativ kann beliebig auf- und abgezogen werden, wodurch die Arbeit des Lithographen (behufs der Vervielfältigung für Zeitschriften) entbehrlich gemacht werden kann. In England habe ich bereits Bücher mit solchen photographischen Illustrationen gesehen.

Zwei Vorsichtsmaafsregeln hat man noch bei solchen Aufnahmen zu beachten: die Linse der Camera muß frei von Focaldifferenz (Unterschied des optischen chemischen Brennpunkts) seyn und die Aufnahme in einem Raume erfolgen, der nicht der geringsten Erschütterung ausgesetzt ist.

Man kann auch die Aufnahme bei senkrechter Stellung des Mikroskops vornehmen, wenn man die Camera auf einen passenden Dreifuß setzt, so daß ihre optische Axe ebenfalls senkrecht steht.

Ebenso gut, wie mit einem Mikroskop, kann auch die Camera mit einem Teleskop combinirt werden; das Aufnehmen teleskopischer Objecte ist jedoch schwieriger.

Möglich ist es, daß diese einfache Methode photographische Ansichten aufzunehmen, schon von Andern angewendet worden ist. Ich kann aber nirgends eine speciellere Angabe darüber finden und deshalb erlaube ich mir hiermit, meine Erfahrungen über diesen Gegenstand im Interesse aller Naturforscher zu veröffentlichen.

Den Hrn. Naturforschern Berlins empfehle ich zu die-

sen Aufnahmen den Photographen Hrn. Günther Werderschen Markt No. 6.

Weitere Mittheilungen über diesen Gegenstand, die Aufnahme undurchsichtiger Körper, Anwendung von künstlichem Licht u. A. betreffend, behalte ich mir vor.

Berlin im November 1862.

---

**XI. Ueber den Asterismus der Krystalle, insbesondere des Glimmers und des Meteoreisens;  
von Gustav Rose.**

(Auszug aus den Monatsber. d. k. Akad. d. Wiss. Oct. 1862.)

---

**H**r. H. Vogel, Assistent beim mineralogischen Museum der Universität, hat auf seiner letzten Reise in London eine große, ziemlich wasserhelle, papierdicke Glimmerplatte von South Burgefs in Canada erhalten, an welcher er einen überaus schönen Asterismus beobachtet hatte. Wenn man durch dieselbe die Flamme eines Lichtes betrachtet, so gewahrt man einen großen hellen sechsstrahligen Stern, dessen Mittelpunkt die Lichtflamme ist, und zwischen dessen Strahlen noch sechs kleinere und schwächere sichtbar sind. Ein ähnlicher Stern zeigt sich auch durch Reflexion, doch ist derselbe weniger groß und hell. Man hat solchen Asterismus beim Glimmer schon angegeben, er muß aber doch nicht häufig vorkommen; denn bei der Untersuchung der Glimmerabänderungen des mineralogischen Museums fand ich keine, die diese Erscheinung zeigte, wenigstens nicht auf eine Weise, die sich mit der beim Glimmer von South Burgefs nur irgend vergleichen ließe. Ebenso wenig konnte ihn auch Hr. Vogel bei anderen Glimmerarten von Canada, die er untersucht hatte, beobachten.

Der Glimmer von South Burgefs ist nicht vollkommen durchsichtig; schon bei Betrachtung mit der Lupe, wenn



man die Glimmerplatte gegen das Licht hält, sieht man eine Menge äußerst feiner prismatischer Krystalle in derselben liegen. Deutlich erscheinen dieselben indessen erst unter dem Mikroskop. Hr. Vogel hat von diesen Krystallen eine Photographie bei etwa 500maliger Vergrößerung gemacht, wovon Fig. 1 Taf. VIII. eine Abbildung ist. Die Krystalle sind in der Regel lang prismatisch und durch Vorherrschen zweier parallelen Seitenflächen, mit denen sie den Spaltungsflächen des Glimmers parallel liegen, breit; an den Enden sind sie mit einer geraden Endfläche versehen; unter dem Mikroskop erscheinen sie daher wie langgedehnte Rechtecke, meistentheils sind dieselben noch an den Ecken abgestumpft. Hr. Vogel fiel die Aehnlichkeit mit dem Cyanit auf, und allerdings ist dieselbe so groß, daß diese Ansicht von den Krystallen die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat. Die Hauptflächen sind dann die gewöhnlich herrschenden Flächen des unsymmetrischen Prismas des Cyanits; die schiefe Endfläche desselben, die auf der breiten Seitenfläche gerade, oder beinahe gerade aufgesetzt ist, erscheint unter dem Mikroskop, bei der Düntheit der Krystalle, wie eine gerade Endfläche, die Abstumpfungen der Ecken sind die Flächen von schiefen rhombischen oder rhomboëdischen Prismen. Neben diesen prismatischen Krystallen sieht man noch andere Krystalle, die offenbar anderer Art sind, sie haben die Form von ungefähr rechtwinkligen Tafeln, die an zwei gegenüberliegenden Ecken abgestumpft sind, auch von Combinationen rhombischer Tafeln, die aber zufällig alle auf der gegebenen Zeichnung nicht vorkommen. Die Krystalle liegen in der Glimmerplatte in verschiedenen Höhen <sup>1)</sup>, haben aber meistentheils

1) Dieß ist auch versucht in der Zeichnung wieder zu geben; es waren zwei Photographien gemacht, bei verschiedener Einstellung des Mikroskops, wodurch nun einige Krystalle in dem einen, andere in dem andern Bilde deutlicher erscheinen; die undeutlichen Bilder der einen Platte sind nach der andern, wo sie deutlich waren, gezeichnet, aber zum Unterschiede von den ersten in der Lithographie schwächer gehalten.

alle eine ganz bestimmte Lage, die prismatischen gehen grösstentheils parallel den Seiten eines gleichseitigen Dreiecks, so dafs sie sich unter Winkeln von  $60^\circ$  und  $120^\circ$  schneiden; andere machen mit diesen Winkel von  $150^\circ$ , doch finden sich diese in viel geringerer Menge, und noch seltener sind die Krystalle, die von beiden eine etwas abweichende Richtung haben. Man sieht die Lage der vorherrschenden Krystalle noch besser, wenn man nur eine schwache Vergröfserung anwendet. Bei 24maliger Vergröfserung erscheinen sie wie in Fig. 2 Taf. VIII. Man sieht nun deutlich, dafs die Krystalle, die parallel den Seiten eines gleichseitigen Dreiecks liegen, die bei weitem vorherrschenden sind.

Es ergibt sich aber nun sehr einfach der Grund des Asterismus des Canadischen Glimmers. Derselbe ist eine blofse Gittererscheinung, und die Strahlen des Sternes stehen rechtwinklig auf den Axen der prismatischen Krystalle, die sich unter Winkeln von  $120^\circ$  schneiden, gehen also vom Mittelpunkt des Sterns nach den Mitten der Seiten des gleichseitigen Dreiecks, dessen Seiten die Krystalle parallel liegen, und da auch Krystalle vorkommen, die mit den ersteren Winkel von  $150^\circ$  machen, so finden sich in dem Stern auch kleine Strahlen, die den Winkel von  $60^\circ$  der ersteren Strahlen halbiren.

Wenn aber kleine in grofser Menge in einem gröfseren Krystalle regelmäfsig eingewachsene Krystalle die Erscheinung des Asterismus bei diesem hervorbringen, so mufs sich derselbe auch bei anderen Krystallen, wo diefs der Fall ist, wie bei dem Meteoreisen finden. Ich habe in einer der früheren Sitzungen gezeigt, dafs die Individuen des Meteoreisens mit einer grofsen-Menge kleiner Krystalle gemengt sind, die nach drei, den Kanten des Hexaëders parallelen Richtungen liegen, in verdünnter Salpetersäure unlöslich oder sehr schwer löslich sind, und daher beim Aetzen einer Spaltungsfläche oder einer polirten Schnittfläche, wenn dieselbe parallel oder ungefähr parallel einer Hexaëderfläche geht, hervortreten. Man sieht diese Einmengungen am be-

sten bei den Abänderungen des Meteoreisens, welche wie das Eisen von Braunau ohne schalige Zusammensetzung nur aus einem Individuum bestehen (durch ihre ganze Masse hindurch nach den Flächen des Hexaëders spaltbar sind), oder bei den grobkörnigen Abänderungen, wie bei der von Seeläsgen, wo auf einem Schnitt derselben man leicht Individuen finden wird, die gegen diesen die angegebene Lage haben.

Diese Stücke müßten nun den Asterismus zeigen, und da die kleinen prismatischen Krystalle rechtwinklig auf einander stehen, so müßte man nicht einen sechsstrahligen, sondern einen vierstrahligen Stern erhalten, und die Strahlen müßten sich rechtwinklig kreuzen; und dieß fand sich auch vollkommen bestätigt. Da das Meteoreisen nicht durchsichtig ist, so machte ich von einer geätzten Schnittfläche des Meteoreisens von Seeläsgen einen Hausenblasenabdruck, und dieser zeigte nun den vierstrahligen Stern aufs schönste <sup>1)</sup>.

Macht man von dem Glimmer einen Hausenblasenabdruck, so sieht man durch diesen auch den sechsstrahligen Stern, aber derselbe ist viel schwächer und weniger glänzend, weil der Hausenblasenabdruck nur den Abdruck von den kleinen Krystallen enthält, die an der Oberfläche des Glimmers liegen, nicht aber zugleich auch von denen, die im Innern des Glimmers enthalten sind.

Wahrscheinlich rührt nun der Asterismus bei allen übrigen Krystallen, wo er beobachtet ist, von derselben Ursache her; überall wird er wahrscheinlich durch kleine Krystalle hervorgebracht, die in großer Menge in einem andern größeren Krystalle, durch dessen Structur ihre Lage bestimmt wird, regelmäßig eingewachsen sind. Solche regelmäßige Verwachsungen ganz verschiedenartiger Krystalle sind ja vielfach bekannt, beim Cyanit und Staurolith, Feldspath und Albit, Eisenglanz und Rutil usw. Dafs kleine Krystalle in einem größeren regelmäßig eingewachsen seyn können, hatte u. A. Brewster beim Labrador, Scheerer

1) Man kann ihn auch bei dem Meteoreisen selbst im reflectirten Lichte sehen.

beim Oligoklas und Feldspath (Sonnenstein) gezeigt. Ich habe es nun beim Glimmer und Meteorsteinen bewiesen, und die Zahl solcher Fälle wird sich sehr mehrern, wenn man solche Einnengungen bei allen Krystallen, die den Asterismus zeigen, nachgewiesen haben wird.

Auf eine ähnliche Weise wie angegeben, erklärt den Asterismus der Krystalle schon Babinet <sup>1)</sup>, der ihn beim Saphir, Granat, Beryll, Turmalin, Zirkon, Vesuvian, Cyanit und Glimmer beobachtete, nur leitet er ihn von dem »Daseyn kleiner Fasern oder Unterbrechungen des Zusammenhanges« ab, die in bestimmten Richtungen in dem Krystalle liegen; in den oben angeführten Beispielen sind es kleine Krystalle, die den Asterismus hervorbringen, was auch wahrscheinlich in allen übrigen Fällen, wo ein Asterismus beobachtet ist, der Fall seyn wird, und hierdurch erklärt sich nun auch die regelmäßige Lagerung der kleinen Krystalle gegen den größeren, in welchem sie eingelagert sind.

Bei so gemengten Mineralien, wie die welche den Asterismus zeigen, scheint es fast, daß, wenn man die Natur der feinen Einnengungen nicht kennt, man es aufgeben müßte, für die chemische Zusammensetzung dieser Mineralien einen einfachen Ausdruck zu finden. Indessen sind diese Einnengungen gewöhnlich doch nur mikroskopisch, und machen, ungeachtet der großen Verbreitung in dem Krystall, doch nur einen kleinen Theil der Masse desselben aus. Diefs ergibt sich aus der Analyse des Sonnensteins von Scheerer, bei dem die Natur der Einnengung bekannt ist und aus Eisenglanz besteht. Ungeachtet des starken Schillerns dieses Sonnensteins durch den eingemengten Eisenglanz beträgt die Menge von Eisenoxyd, die die Analyse ergeben hat, doch nur 0,36 Proc. <sup>2)</sup>, weniger als bei vielen Feldspathen, die kein Schillern und keinen eingemengten Eisenglanz zeigen. Wahrscheinlich wird es sich so auch bei den übrigen Krystallen, die den Asterismus zei-

1) Vergl. Poggendorff's Ann. von 1837, Bd. 47 S. 125.

2) Vergl. Poggendorff's Ann. von 1845, Bd. 64 S. 155.

gen verhalten; sie können für die Analyse der Krystalle, worin sie eingemengt sind, noch unberücksichtigt bleiben, wenn ihre Bestimmung und Feststellung auch in anderer Rücksicht wichtig ist.

---

## XII. Meteorsteinfall bei Menow in Mecklenburg-Strelitz.

---

Am 7. October d. J. Mittags zwischen 12 und 1 Uhr hat sich auf dem Felde des Erbpachtguts Menow, am Ausflusse der Havel aus dem Zieren-See, in der Nähe von Fürstenberg in Mecklenburg-Strelitz, ein Meteorsteinfall ereignet. Vor den Augen des Schäfermeisters fiel plötzlich bei völlig heiterem Himmel ein großer feuriger Klumpen mit solcher Gewalt aus der Luft hernieder, daß der Sand ringum hoch aufspritzte, und die Masse anderthalb Fufs tief in die Erde fuhr. Der hinzulaufende Schäfer fand den Stein sehr heiß, und große Hitze um sich her verbreitend. Spätere genauere Untersuchungen bestimmten sein Gewicht auf 21 Pfund, seine specifische Schwere auf 4,1 und sein Volum auf 134 Cubikzoll. Sein Aeufseres zeigt eine unregelmäßige Pyramidalform mit ziemlich ebener, aber etwas nach innen gebogener Grundfläche — eine Form, welche sich erzeugen würde, wenn z. B. ein Klumpen weichen Thons eine Zeit lang auf fester Grundlage geruht hätte oder mit Gewalt aus beträchtlicher Höhe niedergeworfen wäre. Die Oberfläche ist mit einer glatten, glasigen, schwarzen Kruste umgeben, das Innere dunkelaschgrau, das Gemenge feinkörnig mit zahllosen silberglänzenden Metalltheilchen (Gediegeneisen oder Nickелеisen) durchsetzt, welche von kaum sichtbarer Gröfse bis zu der eines feinen Schrotkorns vorhanden sind und vom Magnet lebhaft angezogen werden. Die grauen Bruchflächen färben sich, wenn sie benetzt wer-

den, in Folge des sich bildenden Eisenoxyds, braunroth. Der Stein ist Eigenthum des Besitzers von Menow, Hrn. Ritter in Alt-Strelitz. (Aus der Allgem. Zeitung vom 3. Dec. 1862.)

Es muß auffallen, in diesem Berichte nichts von einem Getöse erwähnt zu sehen, wie es doch gewöhnlich bei Meteorsteinfällen stattfindet, wenigstens dann immer, wann der Meteorit in der Luft zerspringt. Wirklich hat dasselbe denn auch bei diesem Falle nicht gefehlt. Ein im Ganzen dem obigen gleichlautender Bericht in der *Neustrelitzer Zeitung* vom 16. Nov. d. J. sagt: »Sein (des Meteorsteins) Erscheinen erfolgte, nach den verschiedenen Berichten von Ohren- und Augenzeugen, in der gewöhnlichen Begleitung dieses wunderbaren Phänomens, mit einem Geräusch, Zischen und Sausen in der Luft, unterbrochen von heftigen Detonationen, vergleichbar einer fernen Kanonade; ein Getöse, welches nicht allein an mehreren Orten im Freien wahrgenommen, und als ein ungewöhnliches Ereigniß mit Ueberraschung und Bestürzung aufgefaßt worden ist, sondern auch selbst im Zimmer deutlich gehört wurde.«

### XIII. *Ueber subjective Licht-Erscheinungen.*

(Aus einem Briefe des Hrn. Dr. H. Aubert.)

Breslau 19. Dec. 1862.

Als ich vor einigen Monaten in Berlin war, erzählten Sie mir von den Reichenbach'schen Versuchen, über die sich, wie ich später gehört habe, ein großer Kampf von Neuem entsponnen hat.

Inzwischen habe ich mir ein so finsternes Zimmer eingerichtet, daß in demselben keine Spur von Licht zu bemerken ist, habe mich oft stundenlang in demselben aufgehalten, um den Gang der Accommodation für die Dunkelheit, die ich künftig kurzweg »Adaptation« nennen

werde, zu untersuchen, und habe dann auch gelegentlich Reichenbach's Angaben geprüft. Von dem, was R. in Ihren Annalen angiebt, habe ich *nichts* sehen können, würde also nach R. zu den Nichtsensitiven gehören; gleichwohl habe ich dabei Beobachtungen gemacht, die mir R.'s Angaben einigermaßen erklären. Man darf sich keineswegs vorstellen, daß man in einem ganz finstern Zimmer keine Lichterscheinungen habe: die subjective Lichtempfindung ist vielmehr von einer ganz wunderbaren Intensität, so daß ich wenigstens ununterbrochen helle Wolken, Punkte, Linien, complicirte Figuren sehe, die in einem ewigen Wechael begriffen sind. Fahre ich mit den Händen über die Augen, so schwimme ich in einem Lichtmeere, und drücke ich einige Sekunden leise auf einen Bulbus, so wird die Helligkeit fast blendend. Ich habe nun weiter bemerkt, daß man sehr geneigt ist, diese subjective Erscheinungen auf Objecte zu beziehen, die man von früher her kennt. Wenn ich an einem bestimmten Platze im finsternen Zimmer sitze, so glaube ich stets zu meiner Linken den Ofen zu sehen, der sich dort auch wirklich befindet. Wäre ich Fräulein X und befände mich dem registrirenden R. gegenüber, so würde ich ganz wahrheitsgemäß aussagen: »jetzt sehe ich den Ofen.« Da dieß nicht der Fall ist, so habe ich mich denn mitten in mein Zimmer gestellt, mich einige Male herumgedreht, und dann gewartet, bis ich den Ofen sehen werde: ich glaubte ihn nach einigen Minuten zu sehen, ging in der Richtung, in der er mir zu liegen schien, und kam an eine Wand, an der weder ein Ofen, noch ein ähnliches Object sich befand. Dasselbe ist mir mit der Wand zwischen den beiden Fenstern begegnet. Ferner glaubte ich meine Hände leuchten zu sehen, wenn ich sie rieb, ja ich glaubte eine Hand zu sehen, wenn ich sie in einiger Entfernung schnell bewegte; aber die Erscheinung war so gar nicht constant, daß sie gewiß als ein fälschliches Beziehen einer subjectiven Lichterscheinung und einer bewußten Bewegung auf einander betrachtet werden muß. Ebenso habe ich manchmal geglaubt, die ausgespreizten Finger, wenn



ich sie vor meinen Augen bewegte, zu sehen; aber ich habe dann auch oft dasselbe Phantom gesehen, ohne die Finger vor dem Gesicht zu bewegen und ohne überhaupt ein Glied zu rühren. Als ich Salzsäure auf einen Kalkspathkrystall goß, glaubte ich helle Wolken aufsteigen zu sehen: ich war sehr frappirt darüber, und wendete mich alsbald von dem Kalkspathe ab: die Wolken blieben dieselben, und hatten mit der Kohlensäure des Kalkspaths offenbar gar nichts zu schaffen.

Nach diesen Erfahrungen bin ich für mich überzeugt, daß die naturwissenschaftlich ungebildeten Sensitiven Reichenbach's gemäß zum großen Theil ganz wahrheitsgetreue Angaben gemacht haben, daß dieselben aber ihre subjectiven Gesichtsthätigkeiten auf objective Vorgänge bezogen haben, mit denen sie in gar keinem Zusammenhange stehen. Das ganze große Kapitel der Vorsichtsmaafsregeln, das doch für Experimente, namentlich wo es sich um subjective Erscheinungen handelt, so unumgänglich nothwendig ist, scheint R. ganz uncultivirt gelassen zu haben. Er registriert einfach alle Angaben seiner Sensitiven, ohne sie einer Controle zu unterwerfen.

Erlauben Sie, daß ich diesen unerfreulichen negativen Angaben, noch einige positive folgen lasse. Um den Gang der Adaptation zu bestimmen, habe ich mit einem Zinkkupferelemente einen Platindraht glühend gemacht, und eine solche Vorrichtung getroffen, daß ich den Draht um je ein Millimeter im Finstern verlängern kann. Das Element bleibt 5 Stunden lang constant. In dem erhellten Nebenzimmer sitzt ein Gehülfe, welcher die Zeit notirt, zu welcher ich in das Zimmer eintrete, und die Zeiten, wo ich den Draht um 1 Millimeter verlängere. Wenn ich den Draht bei 20 Millimeter Länge unmittelbar nach dem Eintritt in das Finstere eben leuchten sehe, so sehe ich ihn dann nach 91 Minuten (z. B.) bei einer Länge von 27 Mm. eben leuchten, und während die Curve im Anfange sehr steil ist und ich von Minute zu Minute 1 Mm. zugeben muß, dauert es von 26 bis 27 Mm. 62 Minuten. Bei einem



anderen Draht habe ich von 16 bis 21 Mm. 73 Minuten gebraucht, und bei einer anderen Concentration der  $\text{SO}_3$  von 25 Mm. bis 31 Mm. 57 Minuten. Wenn ich nun bis zum Maximum, also z. B. 27 Mm., gekommen bin, so verkürze ich den Draht so weit, bis ich ihn durch ein graues Glas, welches etwa 96 Proc. Licht absorbiert, sehen kann; dafür habe ich fast immer die Anfangslänge gefunden, also ohne Glas 27 Mm., mit Glas 21 Mm. oder 31 ohne, 25 mit Glas; ohne Glas 26 Mm. mit Glas 20 Mm. usw. Die Empfindlichkeit des Sehorgans nimmt also so zu, daß ich ein 25mal schwächeres Licht zu erkennen fähig werde. Die Temperatur des Drahtes ist nicht direct zu bestimmen; bei der Länge, die er bei der größten Empfindlichkeit hat, wird dünnes Papier noch sehr langsam durchschnitten. Ich bin, um die Temperatur zu bestimmen wo ein Metall anfängt zu leuchten, so verfahren: bei größter Empfindlichkeit wurde im Nebenzimmer Blei im eisernen Tiegel geschmolzen und auf ein Zeichen entfernte sich der Gehülfe mit dem Lichte, und ich trat in das jetzt gleichfalls ganz dunkle Zimmer: ich konnte kein Leuchten bemerken: das Licht wurde wiedergebracht, das Blei fing eben an am Rande zu erstarren. Dasselbe Experiment mit Zink ergab: Zink- und Eisentiegel leuchten beide ganz gleich und zwar weifs, nicht roth; fast ebenso wie eine insolirte Porzellanschale. Das Zink zeigte sich, als das Leuchten vorbei war, nur noch ganz in der Mitte flüssig. Also würde die Temperatur des schmelzenden Zinks  $371^\circ$  bis  $500^\circ$  (!) und dieselbe Temperatur des Eisens ein Leuchten erzeugen.

Dergleichen Bestimmungen müßten doch auch für sensitive gemacht werden, und es würde sich ja dann zeigen, wo die Gränze ihrer Empfindlichkeit für Licht liegt.

#### XIV. Versuch einer Theorie der Fluorescenz; von Eugen Lömmel;

Professor in Schwyz.

Die Fluorescenzerscheinungen haben, meines Wissens, bis jetzt eine genügende Erklärung nicht gefunden. Eisenlohr machte zuerst auf die Analogie aufmerksam, welche zwischen den aus der Akustik bekannten Combinationstönen und den Fluorescenzfarben besteht, und dachte sich letztere durch *Combination der einfallenden Lichtstrahlen unter sich* entstanden. Dieser Anschauung, welche ein Zusammenwirken mehrerer *verschiedenfarbiger* Strahlen voraussetzt, wird mit Recht die Thatsache entgegen gehalten, daß auch ganz *homogene* Strahlen Fluorescenz erregen, und viele sogar die nämliche. Dennoch scheint mir in dem geistvollen Gedanken Eisenlohr's an die Combinationstöne der Keim zu einer einfachen Erklärung der Fluorescenzerscheinungen zu liegen, welche ich in den folgenden Zeilen entwickeln will.

Wenn ein Körper von Lichtstrahlen (oder Wärmestrahlen) getroffen wird, so gerathen seine Atome, indem die Aetherschwingungen lebendige Kraft an sie abtreten, selbst in Schwingungen, deren auf eine Sekunde treffende Anzahl nothwendig von der Natur des Körpers abhängt, weil ja die zwischen den Atomen thätigen Molecularkräfte es sind, welche ein aus der Gleichgewichtslage gerücktes Atom um diese hin und her zu schwingen nöthigen. Die Atome des Körpers werden sich alsdann wie leuchtende (oder überhaupt strahlende) Punkte verhalten, indem sich ihre Schwingungen dem umgebenden Aether mittheilen und in demselben weiter fortpflanzen. Wie bei den meisten leuchtenden oder wärmestrahrenden Körpern, werden die so ausgesendeten Strahlen im Allgemeinen nicht homogen seyn, sondern aus Elementarstrahlen verschiedener Wellenlänge be-

stehen. Die durch Bestrahlung oder Erwärmung eingeleiteten Oscillationen werden, durch die Molecularkräfte unterhalten, auch dann noch fort dauern, wenn der Körper der erregenden Ursache entzogen worden ist; gehören nun diese Schwingungen vermöge ihrer Wellenlänge zu den für unser Auge wahrnehmbaren, so leuchtet der Körper nachher im Dunkeln, oder er *phosphorescirt*.

Sind die Schwingungen, zu welchen die Atome des Körpers durch die Bestrahlung angeregt werden, zu langsam, um direct in die Erscheinung zu treten, so wird der Körper zwar, wie der phosphorescirende, auch noch im Dunkeln fortfahren Aetherwellen zu entsenden, er wird uns aber dunkel erscheinen, weil seine Strahlen vermöge ihrer geringen Schwingungszahl nicht im Stande sind, Lichteindrücke in unserem Auge herorzurufen. *Diese an und für sich dunkeln Strahlen können aber während der Bestrahlung sich mit den einfallenden Strahlen combiniren, und es können dadurch Combinationsfarben entstehen, welche der directen Wahrnehmung zugänglich sind.* Diese Combinationsfarben, von den Atomen des Körpers ausstrahlend, bringen alsdann den innern farbigen Lichtschimmer hervor, welcher *Fluorescens* genannt wird.

Die Schwingungszahl eines Combinationstones wird bekanntlich erhalten, wenn man die Schwingungszahlen der beiden zusammenwirkenden Töne von einander abzieht. Nehmen wir nun, um die Ideen zu fixiren, an, die Atome eines bestrahlten Körpers entsenden einen Strahlencomplex, welcher Strahlen von allen Schwingungszahlen zwischen 100 und 300 Billionen enthält, so werden diese Strahlen, als ultraroth dem Auge direct nicht wahrnehmbar seyn. Dem äußersten Roth des Spectrums kommt die Schwingungszahl 476 Bill. zu; das äußerste Roth würde daher, mit allen von den Atomen des Körpers ausgehenden Strahlengattungen combinirt, Strahlen liefern, deren Schwingungszahlen zwischen 176 Bill. und 376 Bill. liegen, welche also ebenfalls zu den unsichtbaren ultrarothten Strahlen gehören. Dage-

gen würden im mittleren Grün, welchem die Schwingungszahl 600 Bill. entspricht, bereits rothe Combinationsfarben aufdämmern, weil der grüne Strahl, mit den dunkeln Strahlen des Körpers combinirt, Schwingungszahlen von 300 bis 500 Bill. liefert. Das äußerste Violett, welchem 757 Bill. Schwingungen zukommen, würde durch Combination mit den Strahlen des Körpers Schwingungszahlen von 457 bis 657 Billionen erzeugen können, welche die rothe, orangegelbe, gelbe, grüne und blaue Farbe umfassen. Ultraviolette Strahlen von 800 Bill. Schwingungen würden auf diese Weise sogar rothe bis dunkelblaue Farbentöne zu erzeugen im Stande seyn.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, daß ein bestrahlter Körper von der vorausgesetzten Beschaffenheit uns Lichtstrahlen zuzusenden vermag, welche weder in dem einfallenden Lichte enthalten sind, noch auch von dem Körper an und für sich geliefert werden können. Wir sehen zugleich, daß die rothen und gelben Strahlen unwirksam bleiben, weil sie nur unsichtbare ultraroth Combinationsfarben hervorbringen, daß dagegen die Farben kürzerer Wellenlänge vorzüglich im Stande sind, fluorescirend zu wirken; ja daß die *unsichtbaren ultravioletten* Strahlen des einfallenden Lichtes durch Combination mit den ebenfalls *unsichtbaren ultraroth* Strahlen des Körpers fast alle Farben des Spectrums erzeugen können. Wir sehen ferner, daß auch *homogenes* Licht, wenn nur seine Schwingungszahl groß genug ist, die Erscheinung der Fluorescenz hervorzurufen im Stande ist, und daß eine ganze Reihe *verschiedener* homogener Strahlen, z. B. vom Dunkelblauen bis zum Ultravioletten, *dieselben* Combinationsfarben zu liefern vermögen, deren Gemisch alsdann die eigenthümliche Fluorescenzfarbe des Körpers darstellt. Man sieht endlich, daß diese Fluorescenzfarbe von dem Bereiche der Grenzen abhängt, innerhalb deren die Schwingungszahlen der dunkeln von den Atomen ausgehenden Strahlen eingeschlossen sind, und von den Intensitätsverhältnissen dieser Strahlen untereinander.

Mit Hülfe dieser Theorie lassen sich, wie mir scheint, alle bisher bekannten Fluorescenzerscheinungen auf einfache und ungewundene Weise erklären.

**XV. Ueber die Magnetisirung von Stahladeln durch den Entladungsstrom der Leydener Batterie; von A. Paalzow.**

Durch die Untersuchungen von Liphart's (Pogg. Ann. Bd. 116 S. 513) ist der Nachweis geliefert, daß die Magnetisirung von Stahladeln normal, d. h. der Ampère'schen Regel gemäß ausfällt, wenn die Entladungen einfache sind; daß der normale Magnetismus erst bei alternirenden Entladungen auftritt.

Eine anomal magnetisirte Nadel muß nach dieser Erklärung vorher auch normal magnetisirt gewesen seyn, oder allgemein: eine durch alternirende Ströme magnetisirte Nadel muß die Erscheinungen zeigen, welche für Magnete aufgefunden worden, die durch entgegengesetzte galvanische Ströme magnetisirt sind.

Die Versuche von Wiedemann (Pogg. Ann. Bd. 100 S. 224) und die von Marianini (Ann. de chim. et de phys. T. XVI p. 436 und 448) haben nun gelehrt, daß Magnete, welche durch entgegengesetzt gerichtete galvanische Ströme magnetisirt sind, sich in der That anders verhalten, als solche, bei denen der Magnetismus durch einen einfach gerichteten Strom hervorgerufen ist. Mit Hülfe der von beiden Beobachtern angegebenen Mittel schien es mir möglich den Nachweis zu führen, daß z. B. eine anomal magnetisirte Nadel vorher normal magnetisirt war, oder daß eine Nadel, welche einen geringen Magnetismus zeigt, schon vorher einen stärkeren Magnetismus besessen hatte.

Wiedemann's Anwesenheit in Berlin im Sommer 1861 erlaubte es mir, die ersten Versuche mit ihm gemeinschaftlich anzustellen.

Die Versuche wurden ausgeführt mit einer Batterie von 25 Quadratfuss Belegung, die mit positiver oder negativer Elektrizität geladen wurde. Die Stärke des Stromes wurde durch ein Riefs'sches Luftthermometer gemessen. Der Schließungsbogen bestand aus kurzen dicken Kupferdrähten, er enthielt das Luftthermometer, eine Silberspirale von 27 Windungen von 9<sup>mm</sup> Durchmesser. — Die zu magnetisirenden Nadeln waren Nähnadeln von Hemming und Sohn No. 3. Nur die Nadeln wurden gewählt, welche von Hause aus keinen Magnetismus zeigten, und auch durch Klopfen keinen annahmen. Dann wurden die Nadeln in die Silberspirale, die auf Glas gewickelt war, hineingelegt, eine Batterieentladung durch den Schließungsbogen hervorgebracht, der Magnetismus der Nadel darauf an einer Spiegelbussole geprüft, die Nadel nun auf unmagnetischer Unterlage im magnetischen Aequator mit einem unmagnetischen hölzernen oder messingenen Gegenstande geklopft, und ihr Magnetismus wieder an der Spiegelbussole geprüft.

Die nächstfolgende Tabelle enthält die Resultate. Die erste Colonne giebt die Stärke des Stromes nach den Angaben des Luftthermometers, die zweite den Magnetismus vor dem Klopfen in Scalentheilen der Spiegelbussole. (Der Mittelpunkt der Nadel war vom Mittelpunkt des Magnetspiegels 20<sup>mm</sup> entfernt; die Verticalebene des Spiegels ging durch diese Verbindungslinie, und die Axe der Nadel war zu dieser Ebene senkrecht.) Die dritte Colonne den Magnetismus nach dem Klopfen; das negative Vorzeichen bezeichnet, daß der Magnetismus anomal war.

#### A.

Batterie von 25 Quadratfuss Belegung mit positiver Elektrizität geladen.

No.	Ausschlag des Luftthermometers	Ursprünglicher Magnetismus	Magnetismus nach dem Klopfen
1	30 Linien	+220	+325
2	84 "	+43	+103
3	53 "	+64	+106
4	120 "	-630	-105
5	116 "	-520	-109
6	102 "	-110	+220

## B.

Batterie von 25 Quadratfuß Belegung mit negativer Electricität geladen.

No.	Luftthermometer	Magnetismus vor dem Klopfen	Magnetismus nach dem Klopfen
1	108 Linien	-170	+185
2	120 "	-400	-290
3	108 "	-120	+105

Die Versuche zeigen sämmtlich, daß durch Klopfen ein schwacher normaler Magnetismus erhöht wird, daß ein anomaler vermindert oder umgekehrt wird, also im Allgemeinen eine Verstärkung nach dem ersten normalen Magnetismus hin bewirkt wird.

Diese Thatsache erklärt sich nun einfach durch die Annahme, daß bei der Entladung einer Leydener Batterie unter gewissen Bedingungen die Richtung alternirt; und das Räthsel des anomalen Magnetismus ist somit durch bekannte Thatsachen bei der Magnetisirung durch galvanische Ströme erklärt.



XVI. *Kurze Bemerkungen zu Hrn. Dr. Fleck's „Beziehungen zwischen Atomgewicht und specifischem Gewicht“ in Bd. 117 S. 132 dieser Annalen; von F. Mohr.*

Der Quotient aus dem specifischen Gewichte eines Körpers und dessen Atomgewicht wird bekanntlich Atomvolumen genannt und durch die (a. a. O. S. 133) aufgeführte Formel

$$q = \frac{a}{s} \quad \dots \dots \dots (1)$$

ausgedrückt, wo  $a$  das Atomgewicht und  $s$  das specifische Gewicht bedeutet. Dieser Satz bedarf keines Beweises, denn es liegt in der Natur der Sache, daß man den Raum erhält, wenn man das absolute Gewicht durch das specifische dividirt, sowie denn jede Gleichung nichts anderes ist, als der mathematische Ausdruck für wirkliche Beziehungen. Nun ist diese GröÙe  $q$  oder das Atomvolum, bei den verschiedenen Elementen verschieden (nicht variabel, wie es S. 133 heißt), und er soll zu einer constanten GröÙe  $k$  werden, „sobald man dem Werth  $a$  einen variablen Factor  $n$  beifügt“. Auch hier ist wohl gemeint, daß der Factor  $n$  einen verschiedenen, dann aber nicht mehr variablen Werth haben soll. Es ist nichts einfacher, als einen jeden Werth durch Zusatz eines passenden Factors in einen anderen zu verwandeln. Wie macht man 4 gleich 2? Man multiplicirt es mit  $\frac{2}{4}$  oder  $\frac{1}{2}$ . Wie macht man das Atomvolum des Natriums (292) gleich dem des Kaliums (584)? Man multiplicirt es mit  $\frac{584}{292}$  oder mit 2. Der Verfasser sagt nun, „daß, wenn dieser Werth bei Kalium = 1 ist, er bei den übrigen Elementen eine ganze Zahl sey, die zu folgender Gleichung zweiten Grades Veranlassung (?) gebe:

$$\frac{a^n}{s} = k^n \quad \dots \dots \dots (2)$$

Hier ist nun  $k$  ebenfalls jenes obige  $q$ , nur für ein bestimm-



tes Element, Kalium, gemeint, und drückt man dies mit Worten aus, so heisst es

$$(\text{Atomvolumen des Kaliums})^2 = \frac{\text{Atomgewicht} \cdot n}{(\text{spec. Gewicht})^2}$$

Es ist aber eine bis jetzt ungebräuchliche Art mathematischer Ableitung, dass man in einer Gleichung auf der einen Seite den ganzen Ausdruck, auf der anderen nur den Nenner quadriert, dass man auf der einen Seite keinen Factor, auf der anderen den Factor  $n$  hinzufügt. Offenbar ist jetzt die Gleichung falsch. Setzt man in die erste Gleichung  $k$  statt  $q$ , was zulässig ist, weil  $q$  der allgemeine Ausdruck,  $k$  aber nur das  $q$  des Kalium bedeutet, so hat man

$$\frac{a}{s} = k \text{ und quadriert } \frac{a^2}{s^2} = k^2;$$

stellt man mit der zweiten Gleichung zusammen, so ist

$$\frac{an}{s^2} = \frac{a^2}{s^2}, \text{ also } a = n,$$

d. h. der Factor ist immer gleich dem Atomgewicht. Das ist eine nothwendige Folge der falschen Gleichung, wenn man auf die unzweifelhaft richtige erste Gleichung zurückgeht. Was soll man sich aber unter dem Quadrat des spec. Gewichts oder des Atomgewichts vorstellen? Der Verfasser hätte doch „die Veranlassung“, welche das specifische Gewicht in der sonderbaren Gestalt eines Quadrats erscheinen lässt, etwas näher erörtern müssen, da man aus der Gleichung (1) niemals auf die Gleichung (2), welche falsch ist, kommen kann. Der Verfasser betrachtet den Ausdruck  $\frac{a}{s}$  als eine Cotangente, worin  $a$  die Abscisse und  $s$  die Ordinate vorstellt. Diese Ansicht ist ebenfalls falsch. Cotangente ist allerdings der Quotient zweier Grössen, aber solcher, die immer dasselbe Verhältniss zu einander haben, und die einzeln jeden beliebigen Werth annehmen können, wenn der andere den entsprechenden Werth annimmt. Nun sind aber Atomgewicht ( $a$ ) und specifisches Gewicht ( $s$ ) constante Grössen, die nicht jeden beliebigen Werth annehmen können. Im Fall nun alle Atomvolu-

men ( $q$ ) einander gleich wären (was sie aber nicht sind), daß also das Verhältniß von  $s$  zu  $a$  immer dasselbe wäre, so würden die verschiedenen Werthe von  $q$  Punkte derselben Cotangente seyn, aber niemals daraus eine zusammenhängende gerade Linie hervorgehen.

Im späteren Verlauf des Aufsatzes erscheint der Werth  $\frac{a^2}{s^2}$  als Parabel, und es ist auch wieder sehr erklärlich, weil in der zweiten Gleichung eine der Variablen  $s$  quadriert worden ist, die andere  $a$  aber nicht, und die Formel der Parabel  $y^2 = px$  ist. Da aber die zweite Gleichung eine Ungleichung ist, so ist es wohl überflüssig, das darauf gerichtete Gebäude der ferneren Entwicklung genauer zu betrachten.

## XVII. *Zur Charakteristik der Mineralspecies „Anhydrit“; von Dr. Albrecht Schrauf.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus Bd. 46 der Sitzungsberichte der Wiener Academie.)

**D**r. Fuchs in Clausthal hat in der berg- und hüttenmännischen Zeitung vom 28. Mai 1862 einen Fund von Anhydritkrystallen von Stafs furth am Harz bekannt gemacht, welche Krystalle mit Schwerspath isomorph seyn sollen. Derselbe sandte einige an das k. k. Hof-Mineralien cabinet und durch die Güte des Hrn. Directors Dr. Moritz Hörnes erhielt ich dieselben zur näheren Untersuchung.

Die Krystalle kommen in salzhaltigem Gyps eingewachsen vor und bilden eine Combination des Prisma (011) mit dem Doma (210). Die Flächen (011) sind rau und matt, die von (210) sehr gestreift, oftmals treppenförmig gekrümmt. Fuchs nennt die Fläche (011)  $d$ , und (210)  $M$  und giebt für  $dd = 84\frac{1}{2}^\circ$ , für  $MM = 110^\circ$  als annäherungsweise mit dem Anlegegoniometer erhalten an.

Meine Messungen ergaben für  $(011) (0\bar{1}1) = 85^\circ$  für  $(210) (2\bar{1}0) = 60^\circ$ ; letztere Messung mit dem Reflexionsgoniometer an kleinen nicht treppenförmigen Krystallen erhalten. Diese letzterwähnte Ausbildungsweise von  $M$  an allen grösseren Krystallen ist Ursache der Variation des Winkels und der Angabe von Fuchs.

Meine Winkelmessungen stimmen mit den Angaben Miller's überein:

Schrauf.	Miller.
$(011) (0\bar{1}1) = 85^\circ$	$84^\circ 34'$
$(210) (2\bar{1}0) = 60$	58 40

Diese Flächen  $d$  und  $M$  sind ferner sicher der Ordnung der Prismen angehörend, da die Spaltungsrichtungen sich als normale Abstumpfung der Kanten erweisen. Die Spaltungsrichtungen sind in der Leichtigkeit, sie nach den verschiedenen Pinakoidflächen zu erhalten, kaum zu unterscheiden, doch fand ich im Gegensatz zu Fuchs auch an diesen Krystallen die Beobachtungen Miller's bestätigt, welcher die schwerer zu erhaltende Theilbarkeit parallel der Fläche  $010$  angiebt.

Die zwei Flächen  $d$  und  $M$  sind bisher am Anhydrit noch nicht beobachtet, und so wie der säulenförmige Habitus für denselben neu.

Diese besprochenen krystallographischen Verhältnisse weisen vollkommen auf die Meinungen Miller's hin, welcher gegen die Isomorphie mit Schwerspath sprach; ebenso ergibt sich aus allen folgenden Untersuchungen, daß die Harzer Anhydritkrystalle mit denen von Aussee ident sind.

Fuchs erhielt als Resultat einer Analyse schwefelsauren Kalk mit nur 0,5 Proc. Wasser; ich fand die Dichte eines großen Krystalles von Stafs furth = 2,983, eines von Aussee = 2,956. Die Härte beider ist nahe 3, doch scheinen die Krystalle von Aussee etwas schwerer spaltbar und härter zu seyn.

Die optischen Verhältnisse beider zeigen sich ebenfalls ident.

Nach den Untersuchungen von Grailich und Lang<sup>1)</sup> ist die Orientirung für die Krystalle von  $abc$  und der scheinbare Axenwinkel  $AB = 70$  bis  $72^\circ$ ; die Untersuchung von Platten aus Stäfsfurther Krystallen gespalten ergab mir dasselbe Resultat und zwar so gleichförmig, daß sich durch die optischen Phänomene der Fundort nicht unterscheiden läßt. Die Axen liegen in der Zone (210) (210) und die erste Mittellinie coïncidirt mit (010). Aus dieser vergleichenden Charakteristik ergibt sich hiemit die Identität der Krystalle vom Harz mit denen von Aussee. An Exemplaren des ersten Fundortes hat aber Hausmann<sup>2)</sup> die Isomorphie mit Schwerspath nachzuweisen gesucht; seine angegebenen Winkel sind wohl nicht vollkommen übereinstimmend mit den von Fuchs, allein die säulenförmige Form beider läßt erwarten, daß nur die treppenförmige Ausbildung Ursache der Discordanz der durch das Anlegegoniometer erhaltenen Winkel ist.

Es folgt somit aus meinen Beobachtungen, daß 1) die Anhydrite vom Harz mit denen von Aussee in ihren physikalischen Eigenschaften vollkommen übereinstimmen, 2) einen für Anhydrit vollkommen neuen Habitus mit neuen Flächen bilden, 3) daß deren Winkel von den Miller'schen Angaben ableitbar sind, 4) es bestätigt sich die von Hausmann für die Harzer Krystalle angegebene Isomorphie mit Schwerspath nicht, wenn man nicht zu einer complicirten Transformation der Indices schreiten will.

Was diesen letzten Punkt und die hiefür nöthigen Quellen betrifft, so kann ich nur auf die oben citirte Untersuchung und Messung (von Aussee-Anhydriten) von Grailich und Lang verweisen.

Ich bemerke nun schließlic, daß die Messungen von Haüy, welche mit den späteren genauen Miller'schen nicht übereinstimmen, ebenfalls an Exemplaren von Aussee durchgeführt wurden.

1) Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch., Wien, XXVII, 2.

2) Pogg. Ann. Bd. 83, S. 572.

# XVIII. Notiz über den Farbstoff einiger Edelsteine; von J. Schneider.

Mit Bezug auf die Entdeckung Tournet's, daß die Farben einiger der Siciliengruppe angehörigen Edelsteine flüchtigen Kohlenwasserstoffverbindungen zuzuschreiben seyn, erlaube ich mir zu bemerken, daß ich bereits im Bde XCVI (1855) S. 282 dieser Annalen auf die in verschiedenen Quarzen enthaltenen Kohlenstoffverbindungen hingewiesen habe<sup>1)</sup>, von welchen Verbindungen nicht bloß die Färbung, sondern auch der beim Aneinanderreiben solcher Quarze bemerkbare eigenthümliche Geruch herzuleiten seyn wird. Daher wird denn auch die Anwesenheit solcher Kohlenstoffverbindungen, welchen die kieseligen Mineralien, die derben sowohl wie die krystallinischen, in vielen Fällen ihre Farben verdanken, durch jenen, dem beim Verbrennen organischer Stoffe ähnlichen Geruch angezeigt, und es erscheint bemerkenswerth, daß ich diesen brenzlichen Geruch selbst bei verschiedenen Graniten deutlich wahrgenommen habe.

1) Seitdem hat bekanntlich B. Lewy (*Annal. de chimie et de phys.*, Ser. III. T. LV (1858) p. 5 durch Analyse dargethan, daß der Farbstoff des *Smaragds* organischer Natur ist. Er fand als Mittelwerth in diesem Edelstein 98,22 mineralische Substanz, 1,66 Wasser und 0,12 organische Substanz, und die Zusammensetzung dieser leisteren bei vier Analysen:

Kohlenstoff	0,09	0,06	0,07	0,08
Wasserstoff	0,05	0,03	0,04	0,05.

P.

# **XIX. Ueber das Farbenspectrum; von Sigmund Merz in München.**

(Aus einer vom Hrn. Verf. übersandten Abhandlung im Kunst- und Gewerbeblatt d. polytechn. Vereins für d. Königr. Bayern, Oct. 1862).

**A**ls Fraunhofer das Licht der Sterne mittelst der von ihnen erzeugten prismatischen Spectren verglich, galt es wohl nur die Identität vom Lichte der Sterne mit dem der Sonne zu erweisen. Die von ihm gemachten Messungen der Lage einzelner Linien setzen uns aber zugleich schon in den Stand, die Gegenwart von Natrium in der Atmosphäre des Mars, der Venus, des Pollux, Prokyon, Beteiguze ( $\alpha$  Orionis), der Capella, alle die Spectra der genannten Sterne zeigen die Linie *D* des Sonnenspectrums, zu erkennen. Die Identität der Linien *E* und *b* im Spectrum des Mars, der Venus, der Capella und Beteiguze mit den gleichen Linien des Sonnenspectrums und den Eisenlinien von Kirchhoff ist ferner ein Beweis für die Anwesenheit von Eisen in der Atmosphäre des Mars, der Venus, Capella und Beteiguze. Eine Fortsetzung der Fraunhofer'schen Sternspectralvergleiche unternahm ganz neuestens Prof. Donati in Florenz (*Memorie astronomiche del Prof. Giovan Battista Donati, Firenze 1862*). Derselbe bestimmte die Lage mehrerer Linien des Sirius, der Vega, Prokyon, Regulus, Fomalhaut, Castor, Atair, Capra, Arctur, Pollux, Aldebaran, Rigel und Antares. Ein oberflächlicher Vergleich dieser Linien mit denen des Kirchhoff'schen Spectrums von Chemikalien zeigt, daß Eisen höchst wahrscheinlich die Hauptrolle in den Atmosphären aller dieser Sterne spielt. Eine Hauptlinie der Donati'schen Spectren ( $\alpha$  Donati) der ersteren 10 Sterne differirt nur ungemein wenig (bei Atair nur 5 Bogensekunden) von Fraunhofer's *F* des Sonnenspectrums, in welche Gegend besonders viele Eisenlinien Kirchhoff's fallen. Ein ganz directer Vergleich

ist wohl erst möglich, wenn einmal Kirchhoff's Linien durch ihre Brechungswinkel bestimmt sind.

Die Pracht des Kirchhoff'schen Sonnenspectrums ist eine entzückende. Die Sichtbarmachung so vieler Linien gelang ihm durch Anwendung mehrerer Prismen, deren eines, vermöge seiner neuen Brechung, das Spectrum des anderen wieder verbreitert. Als besondere Merkwürdigkeit erscheint uns dabei gleich auf den ersten Blick die dreifache Linie *D*, die selbst Kuhn entgangen war, wie *D* überhaupt nur als Doppellinie galt. Die Richtigkeit der Beobachtung können wir durch eigene Beobachtung vollends bestätigen. Es dürfte dieß deshalb beachtenswerth erscheinen, als wir auf ganz anderem Wege zum gleichen Resultat gelangten. Schon 1850 machte Brewster darauf aufmerksam, wie durch größere Prismen die dunklen Streifen des Sonnenspectrums in Linien aufgelöst werden können, ähnlich wie Nebelflecke in Sterne aufgelöst werden durch mächtigere, lichtstärkere Teleskope, und wir versuchten die Herstellung eines Prismas von  $60^\circ$  brechendem Winkel, das einen Lichtbüschel von 43 Linien durchzulassen im Stande war. Demgemäß war es möglich, auch ein Fernrohr mit entsprechend größerer Objectivöffnung und einer etwa 50maligen Vergrößerung anzuwenden. Die dritte Linie *D* ward dadurch mit äußerster Schärfe beobachtet. Sie lag zwischen den beiden stark gezeichneten Gränzlinien der Doppellinie *D* als schwacher Streifen, fast mitten inne. Die Methode von Kirchhoff behält nur den scheinbaren Vortheil, daß sich die Elemente beliebiger vermehren lassen und der Brechungswinkel solcher Art leichtlich über  $180^\circ$  gebracht werden kann. Bei  $270^\circ$  brechendem Winkel gewöhnlicher Fraunhofer'scher Prismen von etwa  $45^\circ$  brechendem Winkel entdeckten wir eine zweite Zwischenlinie *D*. Bei elf Prismen oder einem Winkel von etwa  $480^\circ$  zeigten sich fünf Linien zwischen den beiden Linien *D*. Einschließlich dieser besteht *D* somit aus sieben Einzellinien, zwei ganz breiten, zwei breiteren und drei feinen Linien. Wir können aber auch beifügen, daß es uns ganz jüngst glückte,



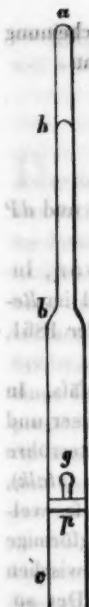
die Linie *D* in fünf Linien aufzulösen, als wir das Prisma von 43 Linien in den entsprechenden Querschnitt des aus einem 34 Linien Oeffnung haltenden Spaltfernrohrs tretenden Strahlenbündels stellten und sie bereits als eine dreifache sicher erkannten, als wir unter gleicher Berücksichtigung ein Prisma von nur 19 Linien Oeffnung benutzten. Nachdem also ein einziges Element schon ein dem Kirchhoff'schen Spectrum mindestens äquivalentes Spectrum zu erzeugen im Stande ist, wenn es dem Beobachtungsfernrohr einen hinreichenden Lichtbüschel zu senden vermag, so steht immer noch zu hoffen, daß eine Trennung feinerer Linienbüschel leichter und bestimmter durch Vergrößerung der Apparate zu erreichen ist. Wir beabsichtigen daher noch die Herstellung weiterer großer Prismen, um so im Sinne Brewster's die Spectralbeobachtungen wieder aufzunehmen, und behalten uns vor, über das Ergebniss seiner Zeit zu berichten.

## XX. *Ein Paar neuer Barometer.*

Unter der nicht eben großen Anzahl physikalischer Instrumente von neuer Einrichtung, welche auf der letzten Industrie-Ausstellung zu London vorhanden waren, befanden sich zwei Barometer, beide zu dem Endzweck construirt, die Veränderungen des Luftdrucks in vergrößertem Maassstabe zu zeigen. Als Meßinstrumente haben dieselben freilich keinen Werth, sind aber doch durch ihre Construction nicht ohne Interesse.

Das erste derselben, angeblich von einem Hrn. Whiting in Dundalk herstammend, ist als eine Abänderung des konischen Barometers von Amontons zu betrachten. Statt aber konisch zu seyn, ist es aus zwei cylindrischen Theilen zusammengefügt, von denen der obere *ab*, wie umstehende Figur zeigt, etwas enger ist als der untere *bc*. Der





ersterer ist oben zugeschmolzen, der letztere unten offen, aber abgesperrt durch eine Elfenbeinplatte  $p$ , die der Quecksilbersäule, welche die Röhre  $ac$  bis  $h$  füllt, als beweglichen Boden dient. Diese Platte schließt nur locker, damit keine Reibung stattfindet, aber doch so, daß kein Quecksilber ausfließen kann; und sie wird durch ein kurzes, oben kugelförmig erweitertes hohles Glasröhrchen  $g$ , welches in das Quecksilber hineinragt, mit diesem in steter Berührung gehalten. Diese Einrichtung gestattet, der Quecksilbersäule einen weit größeren Durchmesser, und mithin auch eine weit größere Beweglichkeit zu geben, als beim Amontons'schen Barometer möglich ist. Der untere Theil  $bc$  kann 6 bis 8 Linien im Durchmesser halten.

Im Uebrigen ist das Spiel des neuen Instrumentes dasselbe wie das des älteren; und es ist leicht einzusehen, daß sich die Verschiebungen der oberen Quecksilberkuppe  $h$ , theoretisch genommen, in beliebigem Grade gegen die Veränderungen des Barometerstandes vergrößern lassen. Bezeichnen nämlich  $H$  und  $h$  die Höhen der Quecksilbersäule im engeren und weiteren Theile der Röhre,  $q$  und  $Q$  die Querschnitte dieser Theile,  $V$  das constante Volum der Quecksilbermasse, und  $P$  den Barometerstand, so hat man:

$Hq + hQ = V$ ;  $H + h = P$ ,  
und daraus nach Differentiation

$$\frac{dH}{dP} = \frac{Q}{Q - q}.$$

Je mehr also der obere Querschnitt  $q$  dem unteren  $Q$  nahe kommt, desto größer wird  $dH$ , die Verschiebung der Kuppe  $h$ , gegen  $dP$ , die Veränderung des Barometerstandes; und umgekehrt, je kleiner  $q$  gegen  $Q$  ist, desto mehr werden  $dH$  und  $dP$  einander gleich.

Es ist auch leicht einzusehen, weshalb ein Heberbarometer  
Poggendorff's Annal. Bd. CXVII.

meter mit ungleich weiten Schenkeln diese Erscheinung nicht darbieten kann. Denn für dasselbe hätte man

$$Hq + hQ = V; \quad H - h = P,$$

also

$$\frac{dH}{dP} = \frac{Q}{Q+q},$$

wonach  $dH$  nur zwischen den Gränzwerten  $\frac{1}{2}dP$  und  $dP$  schwankt, wenn  $q$  von  $Q$  bis 0 abnimmt.

Das zweite Barometer ist von Richard Howson, Ingenieur zu Middlesborough-on-Tees, erfunden und im *Report of the British Association etc., held at Manchester 1861, Notices p. 64* beschrieben.

Es ist ein Gefäßbarometer mit beweglichem Gefäß. In einer geraden Röhre von überall gleichem Durchmesser und etwas größerer Länge als die gewöhnliche Barometerröhre steckt nämlich ein nahe ebenso langer hohler Stab (*stalk*), der fest verbunden ist mit einem cylindrischen Gefäß, welches das untere Ende der Röhre umgiebt. Der ringförmige Raum zwischen dem Stab und der Röhre, und der zwischen Röhre und Gefäß sind mit Quecksilber gefüllt. Der sonach von diesem Quecksilber umgebene Stab trägt durch seine Schwimmkraft das Gefäß, und da das Gewicht dieses Gefäßes veränderlich ist, indem darin mehr oder weniger Quecksilber eintritt, je nachdem der Luftdruck ab- oder zunimmt, so sinkt und steigt das Gefäß und bewirkt solchergestalt eine Verschiebung der oberen Quecksilberkuppe, die größer ist als die Veränderung des Barometerstandes. Der Erfinder sieht es als einen Vorzug dieses Instrumentes an, daß es nur wenig Quecksilber erfordert, da man die ringförmigen Räume zwischen Stab und Röhre und Röhre und Gefäß nur schmal zu nehmen braucht; indeß wird es dadurch offenbar an Empfindlichkeit verlieren, und überhaupt kann dieses Instrument wegen seiner complicirteren Construction nicht auf das Interesse Anspruch machen, welches das erstere wenigstens in theoretischer Hinsicht besitzt.

D  
he  
tes  
sag  
Ioc  
Sp  
ein  
ge  
die  
zen  
ge  
als  
Ap  
Ze  
  
me  
sel  
dar  
leu  
des  
wu  
zu  
zu  
ein  
tra  
Ach  
An  
gen  
de  
  
zur  
1)

**XXI. Anomale Dispersion des Ioddampfes;**  
**von Hrn. F. P. Leroux.**  
 (Compt. rend. T. LV p. 126)

**D**er Ioddampf dispergirt das Licht umgekehrt wie alle bisher untersuchten Substanzen, d. h. ein mit Ioddampf gefülltes Prisma bricht die rothen Strahlen stärker als die blauen.

Bei meiner ersten Mittheilung über diesen Gegenstand <sup>1)</sup> sagte ich, daß, wenn ich das Prisma meines Apparats mit Ioddampf gefüllt hätte, das Bild einer stark beleuchteten Spalte aus zwei verschiedenen übereinandergelagerten Theilen, einem blauen und einem rothen, zu bestehen schien. Seitdem gewahrte ich, daß die Ordnung dieser beiden Farben nicht die ist in den Spectren aller bisher untersuchten Substanzen. Ich wollte indess dieses, allen bisherigen Beobachtungen so widersprechende Resultat nicht eher veröffentlichen, als bis ich es in seinem ganzen Detail studirt, und meine Apparate so eingerichtet hätte, daß ich einige Personen zu Zeugen des Phänomens machen könnte.

Nach verschiedenen Versuchen hatte ich zunächst Prismen aus Porzellan anfertigen lassen, da die aus Metall, selbst vergoldetem oder emailirtem, der Wirkung des Ioddampfes nicht widerstanden. Ich mußte darauf mein Beleuchtungssystem so einrichten, daß die Undurchsichtigkeit des Ioddampfes durch eine hinreichende Lichtintensität überwunden wurde. Um meine Versuche gegen jeden Einwand zu sichern, wurde ich dann veranlaßt, die Erscheinungen zu studiren, welche man beobachtet, wenn man ein durch eine kleine Anzahl einfacher Lichter beleuchtetes Bild betrachtet. Ich hatte dadurch Gelegenheit, den Mangel an Achromatismus im Auge zu bestätigen und daraus eine große Anzahl von Folgerungen zu entwickeln. Es ist das der Gegenstand einer Arbeit, die jetzt ausführlich in den *Annales de chimie et de physique* gedruckt wird.

Folgendes sind nun die verschiedenen Versuche, welche ich zur Bestätigung der angekündigten Thatsache aufgestellt habe.

1) *Compt. rend. T. LI p. 171 et 800.*

1. Der beobachtete Effect hängt nicht ab von einer besonderen und zufälligen Anordnung des Apparates oder der das Prisma verschließenden Gläser, weil verschiedene Prismen, verschlossen durch verschiedene Gläser, stets dasselbe Resultat geben.

2. Ein Glasprisma, welches eine gleichsinnige und beinahe gleich große (etwa 11 Min. betragende) Ablenkung wie das Ioddampf-Prisma gab, achromatisirte das Bild nahezu; die Dispersion des Ioddampfes ist also die umgekehrte von der des Glases.

3. Beleuchtet man die Spalte meines Collimators mit dem Roth und dem Blauviolett, welche aus der Dispersion von Sonnenlicht durch ein Flintglasprisma entspringen, so sieht man das rothe und das blaue Bild an verschiedenen Orten entstehen. Ein ähnlicher Versuch läßt sich mit farbigen Gläsern anstellen. Diefes zeigt, daß im Ioddampf die Brechbarkeit des rothen Strahls wirklich größer ist als die des blauen. Man kann also das Phänomen nicht durch eine Umwandlung der Strahlen erklären, weil das Licht, welches roth in das Prisma eintritt, auch roth aus demselben austritt, und umgekehrt.

4. Befindet sich das Prisma in Luft, so complicirt sich der Effect durch die Dispersion in diesem Mittel; allein ein directer Versuch hat mir gezeigt, daß die unter diesen Umständen von der Luft erzeugte Dispersion nur einige Sekunden beträgt, während die des Ioddampfes etwa 30 Sek. ist.

Das Dispersionsvermögen verändert sich in umgekehrtem Verhältniß mit der Temperatur.

Außer den rothen und blauen Strahlen läßt das Iod auch die ultravioletten durch; auch erhöht es die Nettigkeit des Phänomens, wenn man das Sonnenlicht, welches die Spalte des Collimators beleuchtet, mittelst eines Uranglases reinigt.

# Namenregister

zum

Jahrgang 1862.

1. Die erste Art von Kunst ist die, die sich auf die Darstellung der Natur bezieht. Sie ist die Kunst, die die Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern. Sie ist die Kunst, die die Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern.

2. Die zweite Art von Kunst ist die, die sich auf die Darstellung der menschlichen Natur bezieht. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern.

3. Die dritte Art von Kunst ist die, die sich auf die Darstellung der menschlichen Natur bezieht. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern.

4. Die vierte Art von Kunst ist die, die sich auf die Darstellung der menschlichen Natur bezieht. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern.

5. Die fünfte Art von Kunst ist die, die sich auf die Darstellung der menschlichen Natur bezieht. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern.

6. Die sechste Art von Kunst ist die, die sich auf die Darstellung der menschlichen Natur bezieht. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern.

7. Die siebte Art von Kunst ist die, die sich auf die Darstellung der menschlichen Natur bezieht. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern.

8. Die achte Art von Kunst ist die, die sich auf die Darstellung der menschlichen Natur bezieht. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern. Sie ist die Kunst, die die menschliche Natur so darzustellen, wie sie ist, ohne sie zu verändern.

(Die Bände 115, 116, 117 sind durch XV, XVI, XVII bezeichnet.)

#### A.

Ängström, A. J., Ueb. d. Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspectrum XVII, 290.

Aubert, H., Untersuch. über die Sinnesthätigk. d. Netzhaut XV, 87 u. XVI, 249. — Ueber subjective Licht-Erschein. XVII, 638.

#### B.

Baumhauer, E. H. v., Ueber d. Badesalz u. d. Mutterlauge aus d. iodhalt. Wasser d. Dessa Molong XVI, 365.

Baumhauer, E. H. v. u. Seelheim, F., Chem. Untersuch. d. Meteorsteins v. Uden, XVI, 184. — Ueb. e. für e. Meteorstein gehalten. Gesteinsmasse XVI, 189.

Beetz, W., Ueb. d. Farbe d. Wassers XV, 137. — Ueb. d. elektr. Leitungsvermögen der Flüssigk. XVII, 1.

Berger, Ueber d. Grundeis-Bildung XVII, 615.

Börsch, O., Widerleg. e. von J. Heussi vorgeschlag. Verbess. an Repetitionstheodolithen usw. XVII, 342.

Böttger, R., Ueb. d. Bildung v. Ozon auf chem. Wege XVII, 188.

Bohn, C., Zur Polarisat. d. Lichts durch einfache Brech. XVII, 117.

Boltze, H., Ueb. d. verkehrte Bild beim Hohlspiegel XVII, 348.

Bose, M. v. siehe Matthiessen.

Buchner, O., Die Meteoriten in Wien u. London XVI, 637.

Bunsen, R. u. Roscoe, H., Photochemische Untersuchungen XVII, 529.

Buttel, P., Elektr. Iodfiguren XVII, 302.

#### C.

Chadbourne, P. A., Wirk. d. gepölv. Eises auf d. Sieden in Glasgefäßen XVI, 640.

Chandler, C. F., Neues Metall im gediegen. Platin vom Rogue River XVII, 190.

- Christoffel, E. B., Ueb. d. Dispersion d. Lichts XVII, 27.  
 Clausius, R., Ueb. d. Wärmeleitung gasförm. Körper XV, 1. — Ueb. d. Anwend. d. Satzes von d. Aequivalenz d. Verwandlungen auf d. innere Arbeit XVI, 73.

## D.

- Dahlander, G. R., Ueb. d. Einfluß d. Unebenheiten d. Erdoberfläche u. d. Meeresboden auf d. Niveau-Verändr. d. Meeres XVII, 148.  
 Dammer, O., Fluorescenz der Wärme XV, 658.  
 Dove, H. W., Ueb. d. Hörbar machen v. Beutönen durch Interferenz XV, 650.  
 Dronke, A., Verhalt. e. homogenen isotrop. Ellipsoides im homogen. magnet. Felde u. Ableit. d. magnet. Inductionconst. aus demselb. XVII, 437.  
 Dub, J., Ueb. d. Gesetze d. Magnetism. bezügl. einiger von Wiedemann erhoba. Bedenken XV, 198. — Siehe Wiedemann.  
 Duvernoy, Ueb. d. Ausdehn. d. Wassers b. Gefrieren XVII, 454.

## E.

- Elsner, C., Ueb. e. auf Allotropie begründete verschiedenfarb. kiesel. Bleiverbind. XV, 508.  
 Emsmann, H., Das Typoskop XV, 157.  
 Engelbach, Lithium und Strontium im Meteorstein v. Capland XVI, 512.

## F.

- Feddersen, W., Ueb. e. eigenthüml. Stromtheilung b. Entlad.

d. Leidner Batt. XV, 336. — Ueb. d. elektr. Flaschen-Entlad. XVI, 132.

Fizeau, H., Untersuch. üb. mehre Erscheinungen bei d. Lichtpolarisation. XVI, 478 u. 562. — Ueb. d. Licht des in d. Luft verbrennenden Natriums XVI, 492.

Fleck, H., Ueb. einige neue Bezieh. zwisch. Atomzahl und spec. Gew. d. Elemente u. einfach. Verbind. XVII, 132.

Frankland, E., Ueb. d. Einfluß d. atmosphär. Drucks auf einige Verbrennungs-Erscheinungen XV, 296.

Franz, R., Ueb. d. Diathermansie d. Medien d. Auges XV, 266.

## G.

Gallois, F. L. v., Der Präcisionsbogen an analyt. u. anderen Waagen XVI, 339.

Geissler, Seine Quecksilber-Luftpumpe XVII, 610.

Giles, B. W. u. Vincent, Ch. W. Neue Darstell. v. metall. Chrom, Mangan u. Kobalt XVII, 528.

Goppelsröder, F., Beitr. z. Studium d. Salpeterbild. XV, 125. — Neues Verfah., Farbstoffe in ihren Gemischen z. erkenn. XV, 487.

Grandeau, L., Ueber d. Gegenwart des Rubidiums in gewissen Vegetabilien XVI, 508.

Grüel, C. A., Vortheilhafte Darstell. d. Kienmayer'schen Amalgams XVII, 527.

## H.

Hankel, W., Maassbestimmung d. elektromotor. Kräfte XV, 57. — Ueb. d. phosphor. Leuchten des Fleisches XV, 62.

Heintz, W., Ueb. dem Ammoniaktypus angehörige Säuren XV, 165.



— Ueb. d. Diglycolsäure XV, 280 u. 452. — Ueb. e. neue Aminsäure XVI, 632.

Henrici, F. C., Kl. Versuche üb. elektr. Erscheinungen XVII, 175.

Heussi s. Börsch.

Holtz, H., Ueb. d. Durchbohren von Glas mittelst Reibungs-Elekt. XVI, 507.

Hoffmann, H., Ein Diffusionsversuch XVII, 263.

Jackson, Ch., Ueb. e. zu Dhurmsalla in Indien gefalln. Aërolithen XV, 175.

## K.

Karsten, H., Ueb. d. Wirk. plötzlicher, bedeutender Temperaturverändr. auf d. Pflanzenwelt XV, 159. — Zur Kennntn. d. Verwesungsprocesses XV, 343.

Kesselmeyer, Ueb. d. angebl. Meteorstein v. Lons-le-Saulnier, XVII, 526.

Kessler, F., Berichtigung XVII, 352.

Koosen, J. H., Ueb. d. Unterschied. d. Wärmestrah. in geschloss. Thälern u. auf Hochebenen. XVII, 611.

Kremers, P., Ueb. d. Volumencurven der gesätt. Salzlösungen XV, 397.

## L.

Lamont, J., Zusammenhang zw. Erdbeben u. magnet. Störungen XV, 176. — Ueber d. Beob. d. Erdstroms in Telegraph. Linien XVI, 361. — Ueb. d. zehnjähr. Periode in d. tägl. Beweg. d. Magnetnadel u. d. Bezieh. d. Erdmag-

netismus zu d. Sonnenflecken XVI, 607.

Lamy, A., Vom Daseyn e. neuen Metalls, des Thalliums XVI, 495.

Landolt, H., Ueb. d. Brechungsexponenten flüss. homolog. Verbindd. XVII, 353.

Leroux, F. P., Anomale Dispersion des Ioddampfs XVII, 659.

Liphart, v., Ueb. d. Magnetisirung v. Stahlnadeln durch d. Entladungsstrom d. Leydner Batterie XVI, 513.

Lippich, F., Ueb. d. transversal. Schwingg. belasteter Stäbe XVII, 161.

Logeman, Große Magnete desselb. XVII, 192.

Lommel, E., Versuch e. Theorie d. Fluorescenz XVII, 642.

## M.

Mach, E., Ueb. d. Aendr. d. Tons u. d. Farbe durch Bewegung XVI, 333.

Matthiessen, A. u. Bose, M. v., Ueb. d. Einfl. d. Temperatur auf d. elektr. Leitungsfähigk. d. Metalle XV, 353.

Matthiessen, A. und Russell, W. J., Ueb. d. Ursache d. bläulichen Structur des Kupfers XV, 637.

Matthiessen, A. und Vogt, C., Ueb. d. Einfl. von Spuren fremder Metalle auf d. elektr. Leitungsfähigk. d. Quecksilbers usw. XVI, 369.

Melde, F., Neuer Apparat z. Darstell. v. Schwingungscurven XV, 117.

Merz, S., Ueb. d. Farbenspectrum XVII, 554.

Mitscherlich, A., Beitr. z. Spectral-Analyse XVI, 499.

Möller, K., Ueber d. Einfl. d. Drucks auf d. Löslichkeit einiger Salze XVII, 386.

Mohr, F., Ueb. d. untere Ende d. Blitzableiter XVI, 181. — Ueb. d. Entsteh. d. Hagels XVII, 89. —

Kurze Bemerk. zu Fleck's Beziehung. zwisch. Atomgew. u. spec. Gewicht XVII, 648.

Morrem, Ueb. d. Phosphorescenz verdünnter Gase XV, 350.

## N.

Nöggerath, Der große intermittirende Wassersprudel zu Neuenahr XV, 169.

## O.

Oettingen, A. v., Der Rückstand d. Leydn. Batt., als Prüfmittel für d. Ari d. Entlad. XV, 513.

## P.

Paalzow, A., Ueb. d. Magnetisirung v. Stahlnadeln durch d. Entladungsstrom d. Leydener Batterie XVII, 645.

Perrot, Apparate, um Verändr. in Grösse u. Richtung d. Schwerkraft sichtbar und messb. zu machen XVI, 511.

Phipson, Gediegn. Zink XVII, 528.

Plettner, T., Entlader für Reibungs-Elekt. XVII, 485.

Plücker, J., Ueber recurrente Ströme u. ihre Anwend. z. Darstell. v. Gasspectren XVI, 27.

## Q.

Quincke, G., Experimentelle Untersuch. über d. Kummer'schen Strahlenbündel XVII, 563.

## R.

Rammelsberg, C., Ueb. d. Isomorphie d. Sulfate von Kadmium, Didym und Yttrium XV, 579. —

Ueb. d. jodsaure Natron-Chlor-natrium XV, 584.

Rath, G. vom, Mineralog. Mittheilungen XV, 466. — Ueb. d. selensaure Nickeloxyd mit fünf At. Wass. XV, 487 u. XVI, 364.

Reichenbach, v., Ueb. d. näheren Bestandthl. d. Meteoreisens (Nadeln, Eisenkügelchen, Mohr) XV, 148. — Do. (Schwefeleisen) XV, 620. — Do. (Graphit, Eisenglas) XVI, 576.

Reusch, E., Ueb. d. Schillern gewisser Krystalle XVI, 392. — Die Lehre von d. Brechung und Farbenzerstreuung d. Lichts usw. in mehr synthet. Form dargestellt XVII, 241.

Reye, Th., Die mechan. Wärmetheorie u. d. Spannungsgesetz d. Gase XVI, 424.

Riefs, P., Die Abhängigk. elektr. Ströme von d. Form ihrer Schließung XVII, 417.

Rijke, P. L., Ueber einige Eigenschaften d. Inductionsstroms XVII, 276.

Risler-Bennat, Ueb. d. Einwirk. des Zinks auf wäsr. schweflige Säure XVI, 470.

Rood, O. N., Ueb. d. Spectr. e. salpetersaur. Didymoxydlös. XVII, 350. — Studium d. elektr. Funkens mittelst Photographie XVII, 595.

Roscoe s. Bunsen.

Rose, G., Neue kreisförm. Verwachsung d. Augits XV, 643. — Ueb. d. Asterismus d. Krystalle, besonders des Glimmers und des Meteoreisens XVII, 632.

Rose, H., Chemisch-analyt. Beiträge XV, 494 u. 557; XVI, 112, 352 u. 453. — Ueb. d. Bestimm. d. Salpetersäure XVI, 635. — Ueb. d. Zusammensetz. e. fossilen Eies XVII, 627.

Rothlauf, K., Bestimm. d. magnet. Vertheil. in cylindr. Stahlmagneten mittelst Magnet-Induction XVI, 592.

Rüdorff, F., Ueb. d. Gefrier. d. Wassers aus Lösungen XVI, 55. Russell s. Matthiessen.

## S.

Sauber, W., Brechungs- und Zerstreuungs-Verhältn. einiger organ. u. unorgan. Substanzen XVII, 577.

Schabus, J., Beiträge z. krystallograph. Chemie XVI, 412.

Schaffgotsch, F. G., Ermittl. d. Eigengewichts fester Körper durch Schweben XVI, 279.

Schneider, J., Merkwürd. Erscheinungen bei e. Gewitter XV, 659. — Ueb. d. Erzeug. v. Tönen durch Wärme XVII, 622. — Notiz üb. d. Farbstoff einiger Edelsteine XVII, 653.

Schöne, E., Ueb. d. Polysulfurete d. Strontiums u. Calciums XVII, 58.

Schrauf, A., Ueb. d. Abhängigk. d. Fortpflanz. d. Lichts von d. Körperdichte XVI, 193. — Vergleich. d. Vanadits mit d. Decloizit XVI, 355. — Siehe Tschermak. — Zur Charakteristik der Mineralspecies »Anhydrit« XVII, 650.

Schröder van d. Kolk, H. W., Ueber d. magnet. Störungen im Sept. 1839, XVI, 346. — Ueber d. Abweichungen d. wirkl. Gase vom Mariotte'schen Gesetz, XVI, 429.

Scoppewer, G., Bemerkk. über d. Pulshammer XV, 654.

Seelheim s. Banmhauer.

Segnitz, E., Beitr. z. Lehre von d. Erhaltung d. Kraft XVII, 46.

Simmler, R. Th., Beitr. z. chem. Analyse durch Spectralbeobacht. XV, 242 u. 425. — Vermischte Mittheilungen XV, 593.

Sondhaus, C., Ueb. d. durch Temperatur-Verschiedenheit sich berührend. Körper verursachten Töne XV, 71 u. 177.

Spörer, G. F. W., Resultate aus Beobachtungen der Sonnenflecke XVII, 509.

Stahlschmidt, C., Notiz über Iodstickstoff XV, 653.

## T.

Tschermak, G., Ueb. Schraufs Vergleich von Zippe's Vanadit mit d. Decloizit XVII, 349.

Tyndall, J., Ueber Strahlung u. Absorpt. d. Wärme durch gasförm. Materie XVI, 1 u. 289.

## V.

Vincent s. Giles.

Vogel, H., Ueb. d. Zustände des Silbers bei Reduct. seiner Salze auf nassem Wege XVII, 316. — Einfach. Verfahr. mikroskop. Ansichten photographisch aufzunehmen XVII, 629.

## W.

Waltenhofen, A. E. v., Ueber J. Kravogl's Quecksilber-Luftpumpe XVII, 606.

Weiss, A., Ueber einige Beobachtungen d. Sonnenspectrums XVI, 191.

Wiedemann, G., Magnet. Untersuchungen XVII, 193. — Ueber d. von Dub aufgestellte Gesetze d. Elektromagnete XVII, 218. — Siehe Dub.

Wiederhold, E., Ueb. d. Zersetzung d. chloresaur. Kalis bei niedr. Temperatur durch Braunstein XVI, 171.

Willigen, V. S. M. van der, Die Reflexionsconstanten XVII, 464.

Wittwer, W. C., Ueb. d. Einfl.

d. Gebirge auf d. Winde d. an-  
gränz. Flachlandes XVI. 308.

Wolf, R., Ueb. d. 11 jährl. Periode  
in d. Sonnenflecken u. erdmagnet.  
Variationen XVII. 502.

Wood, B., Neues leichtflüss. Metallgemisch. XVII, 351.

Wundt, W., Ueber binoculares  
Sehen XVI, 617. — Ueb. d. Ent-  
steh. d. Glanzes XVI, 627.

2.

Zehfus, G., Ueber d. mechan.  
Wirk. d. elektr. Funkens XVII.

Zöllner, F., Ueber e. neue Art  
anorthoskopisch. Zerrbilder XVII,  
477.

Schubert XVI 20.

*[Faint, illegible handwritten notes]*

Seitdem ist die Zahl der  
Kandidaten für die  
Kandidatur von 1991 auf 1992

Ausgabe durch Postfachbesitzer  
Stimulus B. The Boston Herald  
a subscription to Stimulus B.

Thybor, G. H. W., Bielefeld, 1878.  
Töne XV, 11 u. 17.

XVII, 2007, 1. Jahrgang, 1. Heft

Three Months X44 1 a. 200

[illegible]

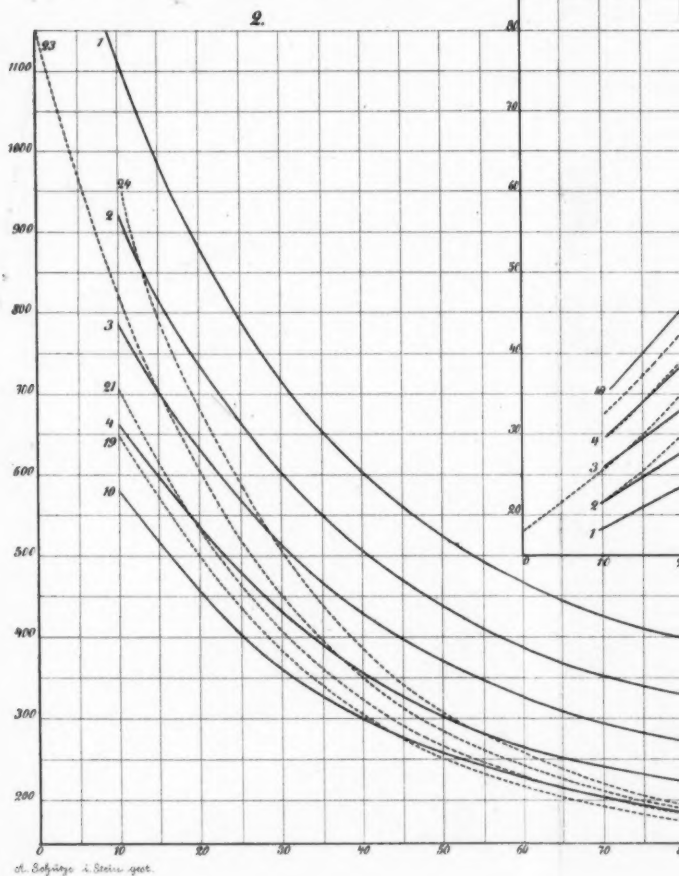
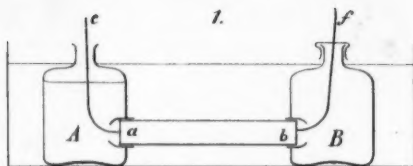
Wiederum: 6. Wagner: Folter  
anhangen 2. H. 103 - Folter  
5. von 1000 anhangen Folter  
4. Folter 2. H. 103

Wiederholt, B. 106. 9. Ver-  
such d. chlorom. Kalls bei niedr.  
Stiele 17 ab.

Willigen, V. S. M. van der.  
171.  
Temperatuur door Bronstelsel XVI.

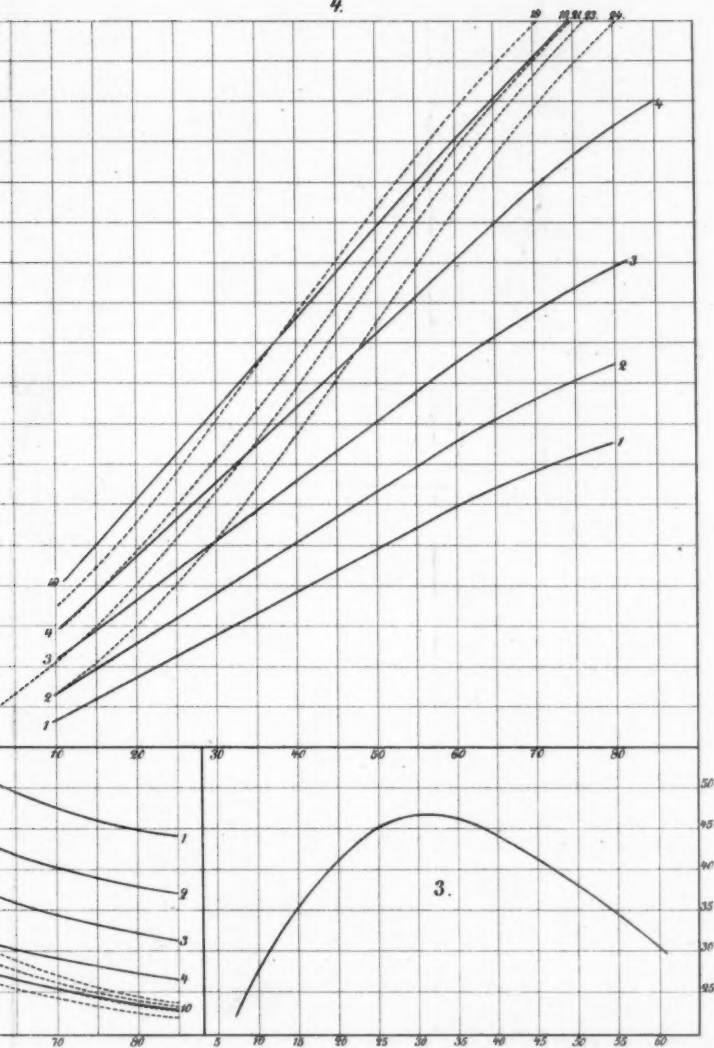
Vollwert, W. C., *Leb. d. Einfl.*  
1911.  
Die Reflexionskonstanten 1911.



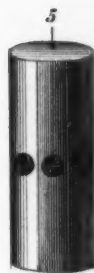


of Solving in Steel gree.

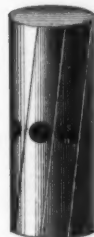
4.



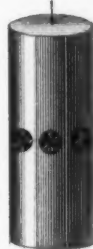
Taf. I.

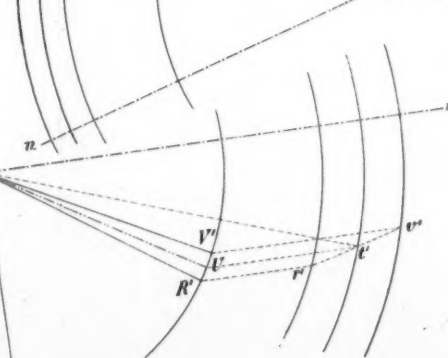
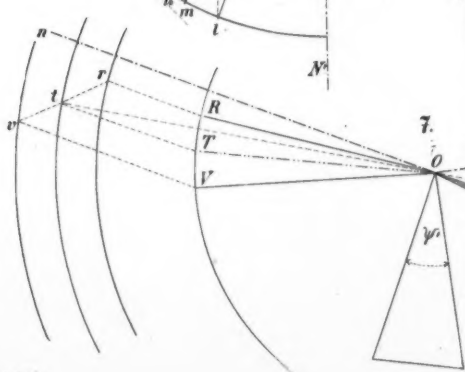
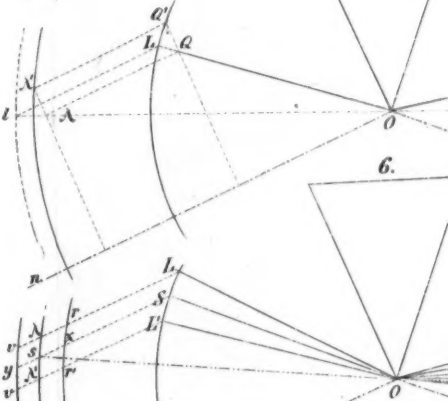
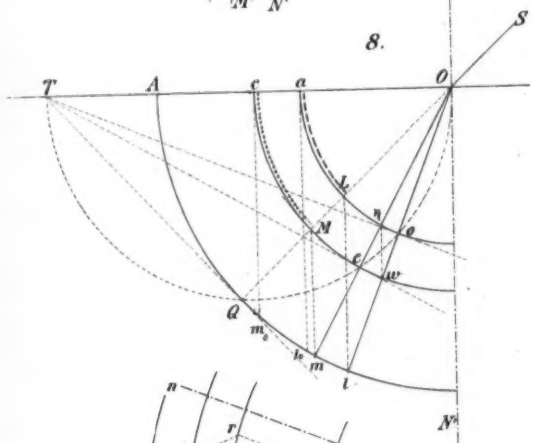
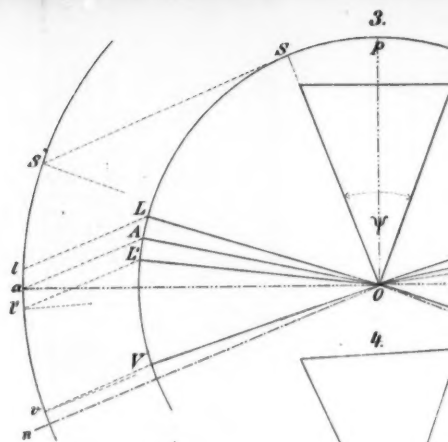
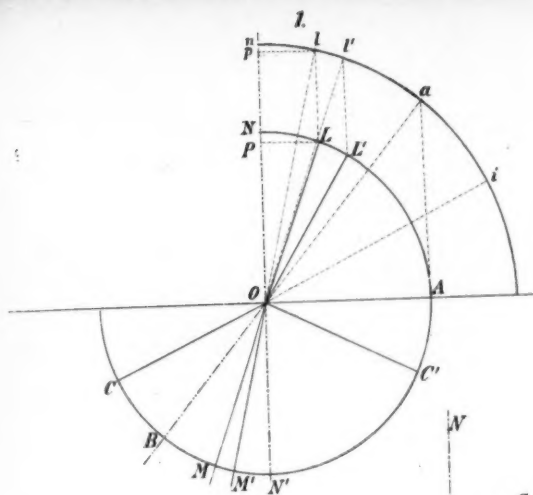


6

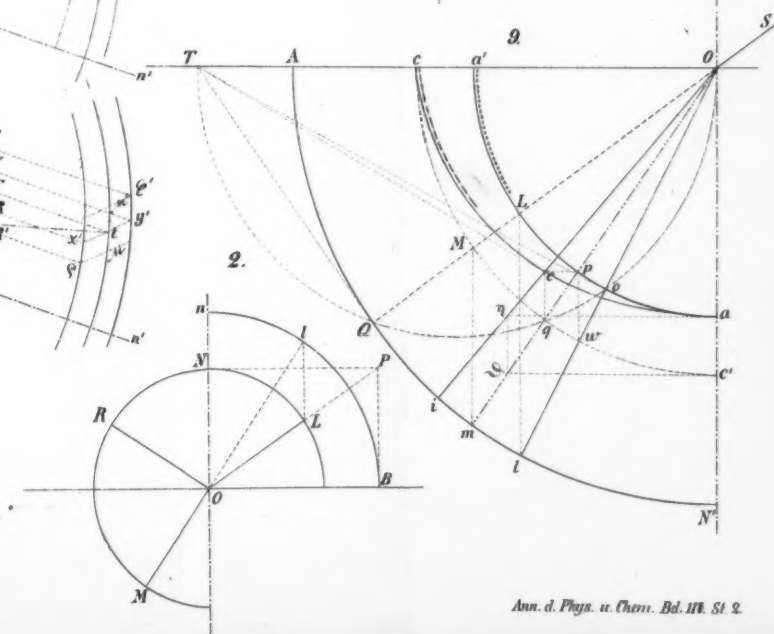
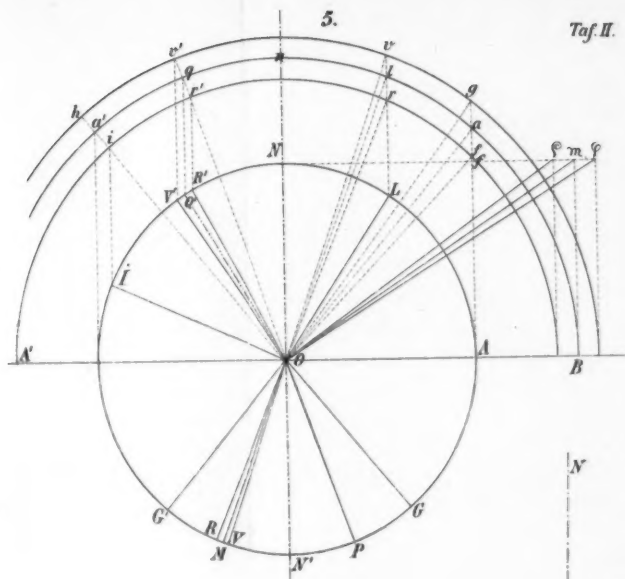
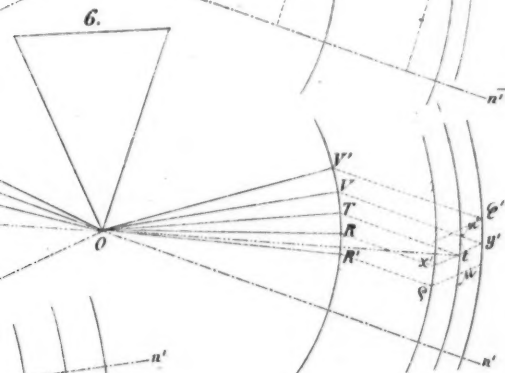
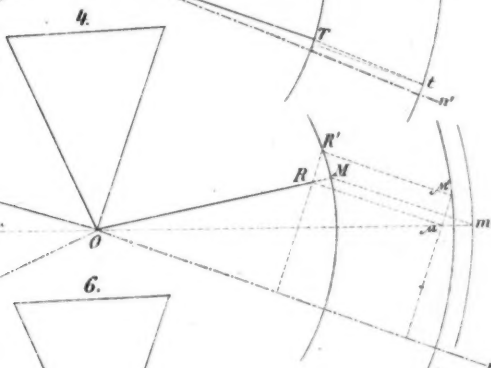
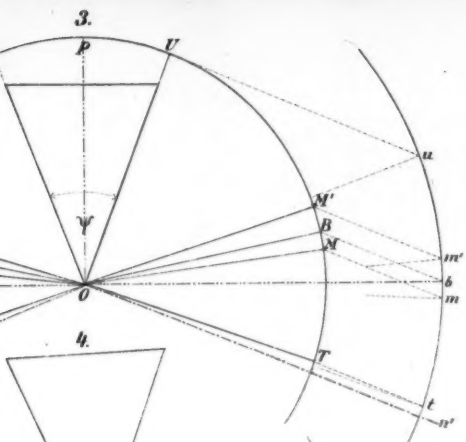


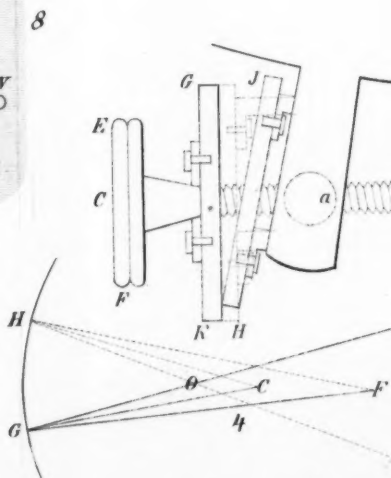
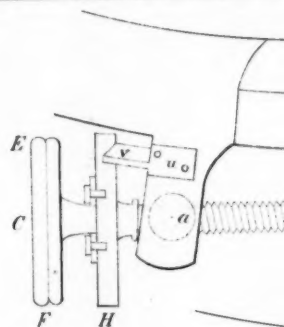
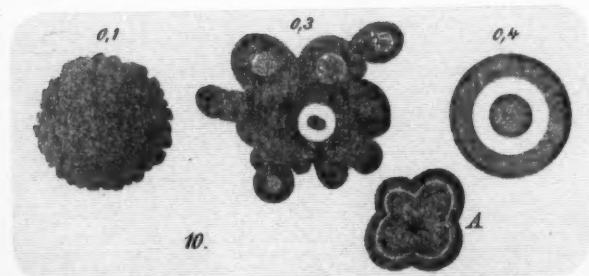
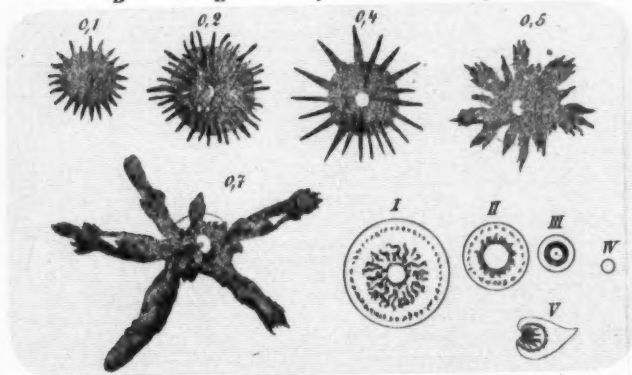
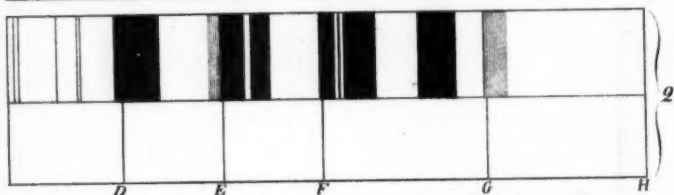
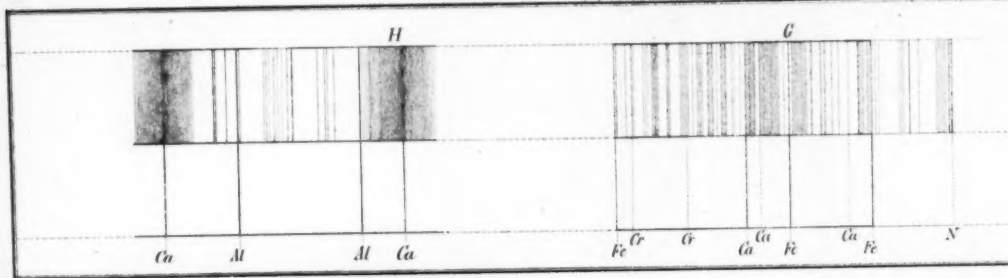
7





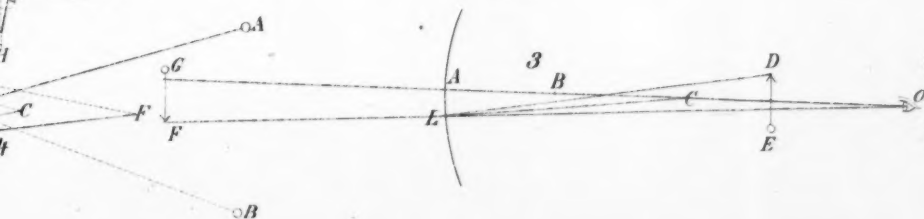
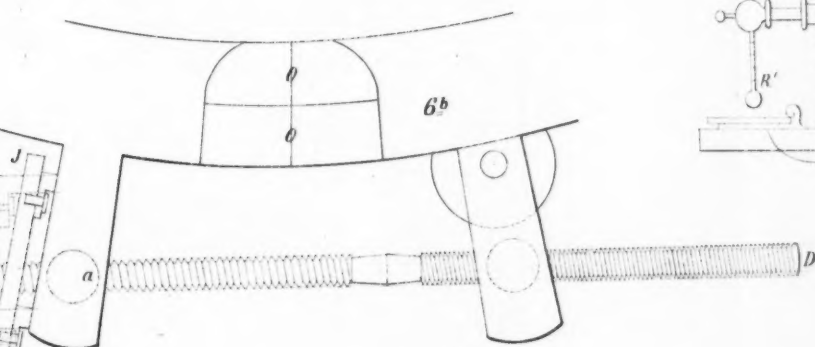
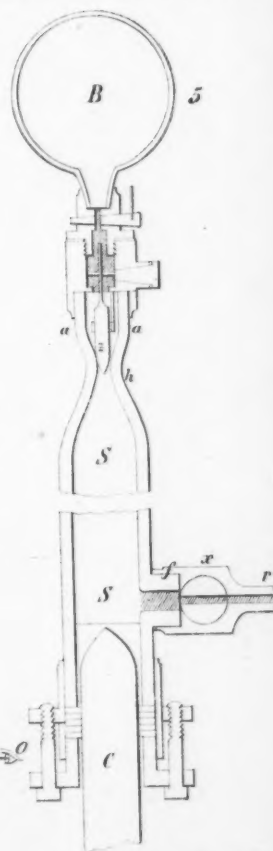
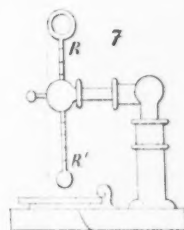
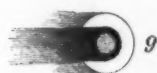
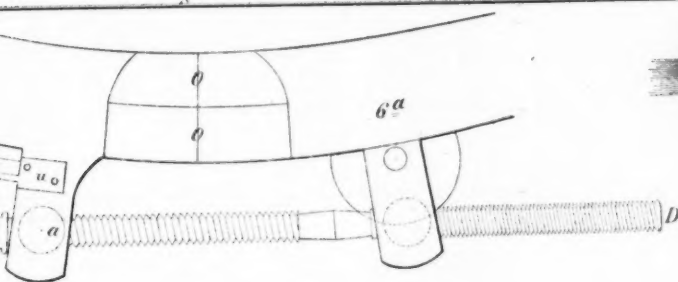


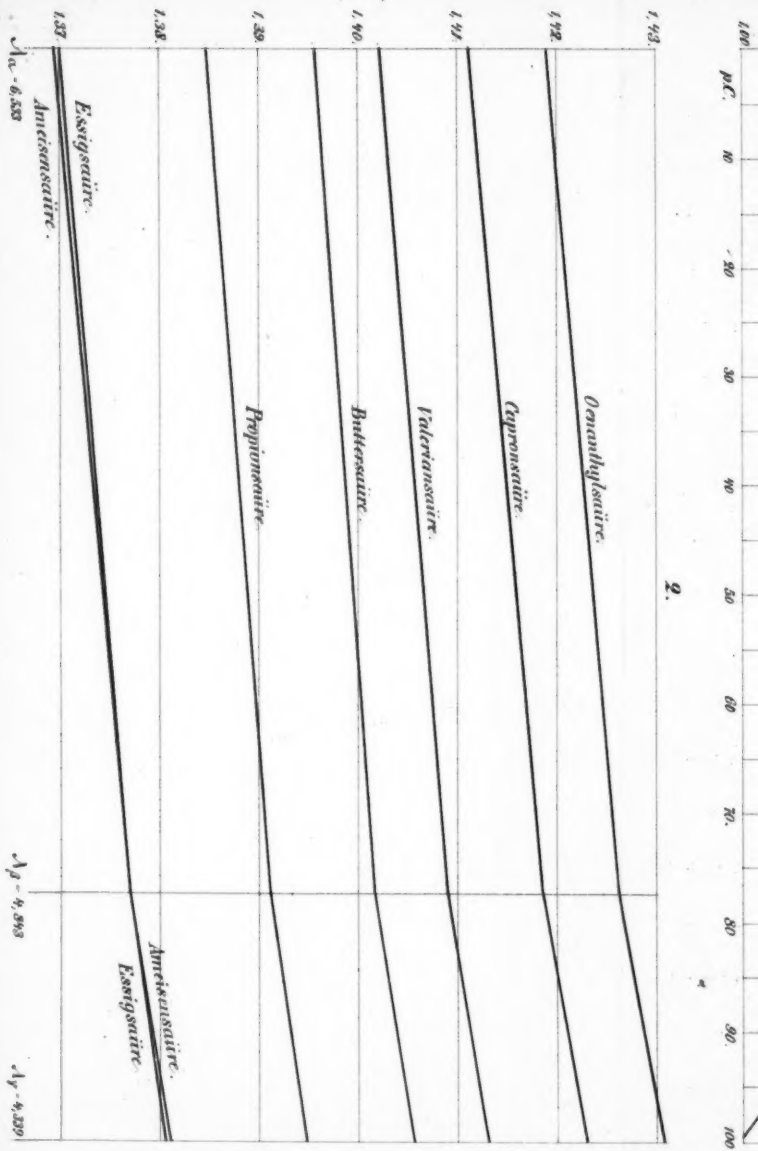


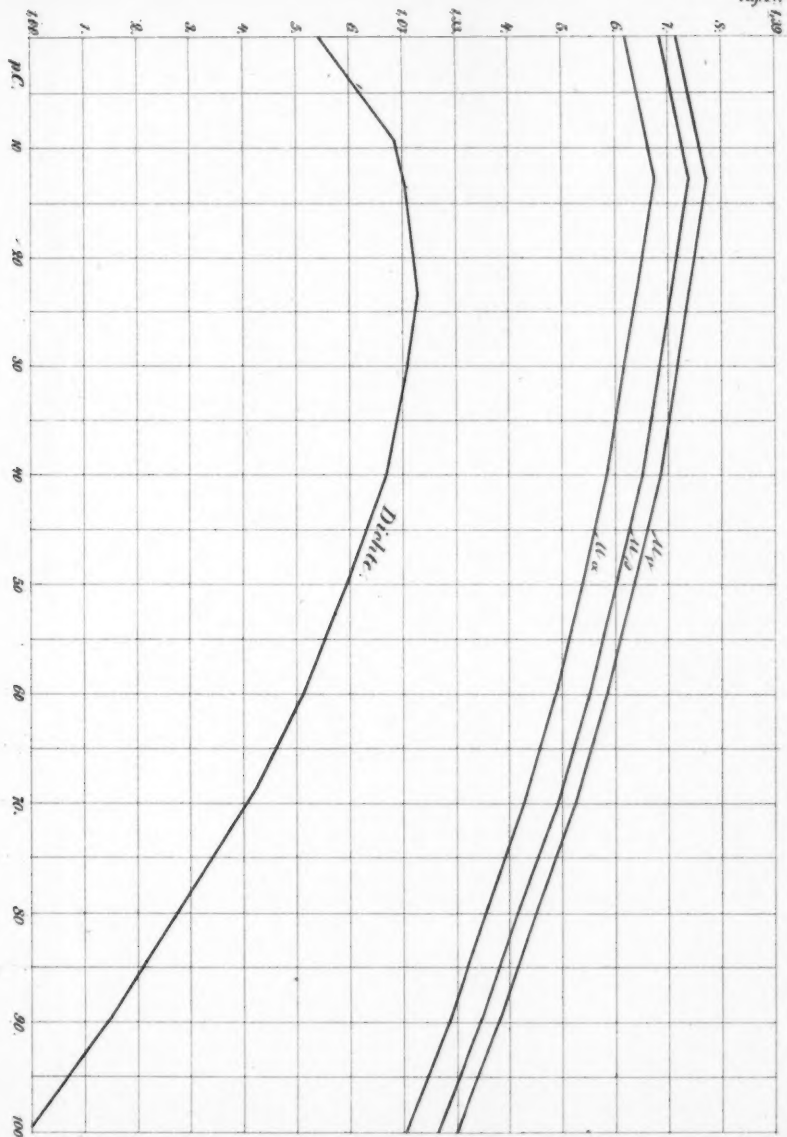


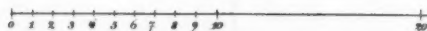
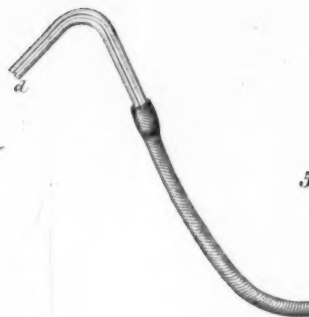
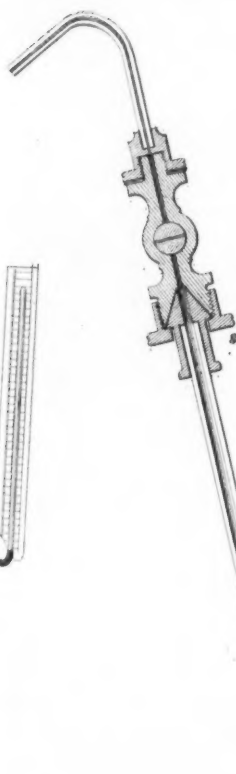
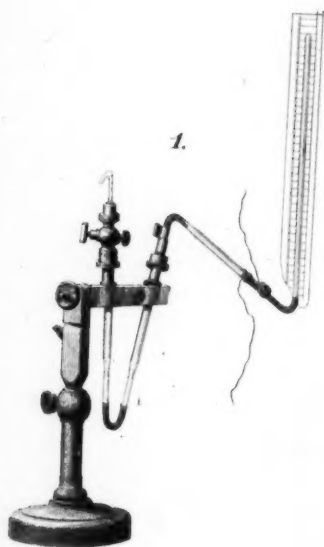
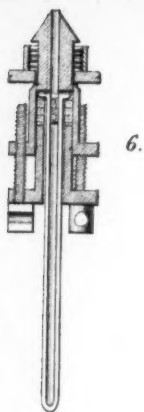
A. Schimper lith. Berlin.

F										E									
Fe	N	{Sr}	Ba	Fe	Fe	{Ba}	Fe	Fe	{Fe}	h	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe	Fe
		{Fe}				{Mn}													









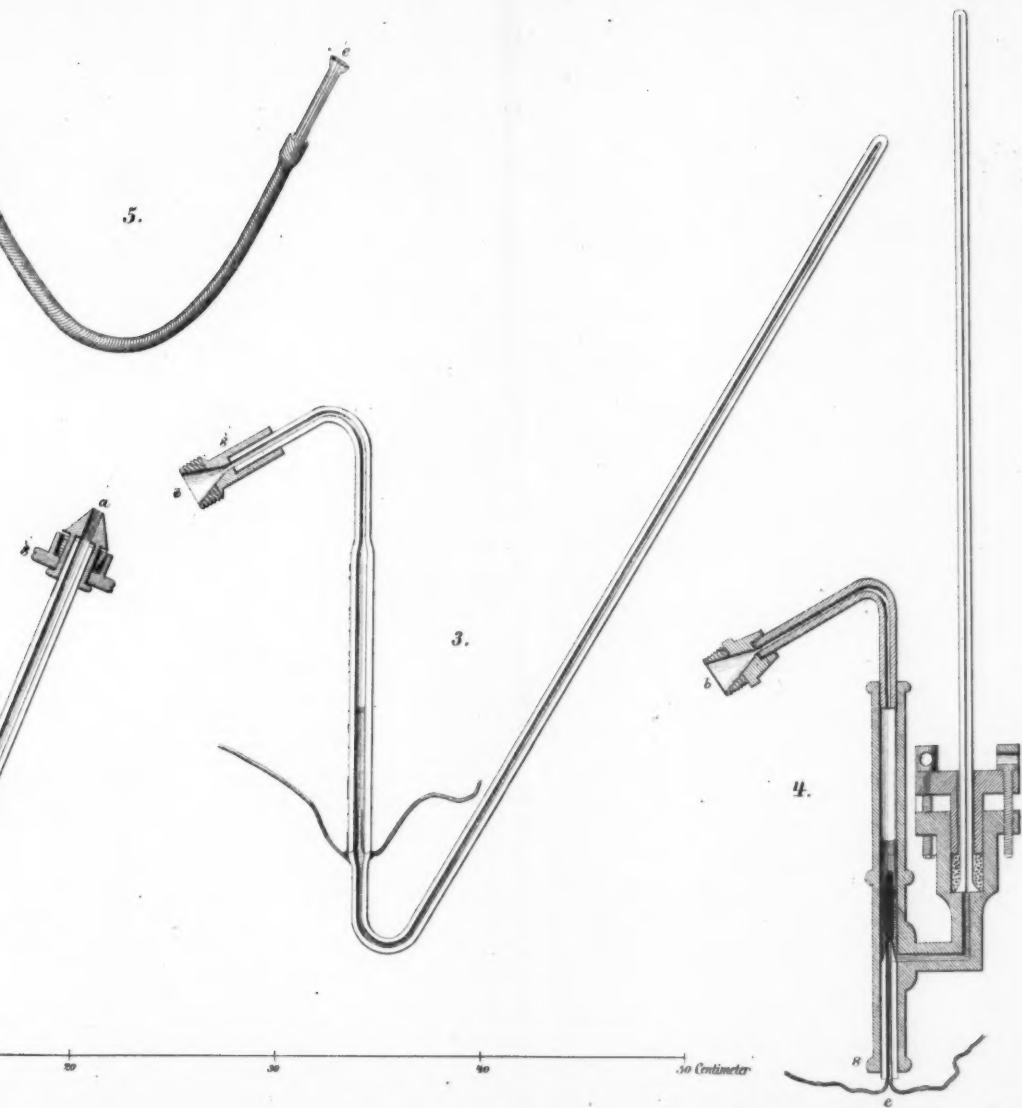


Fig. 1

NaCl

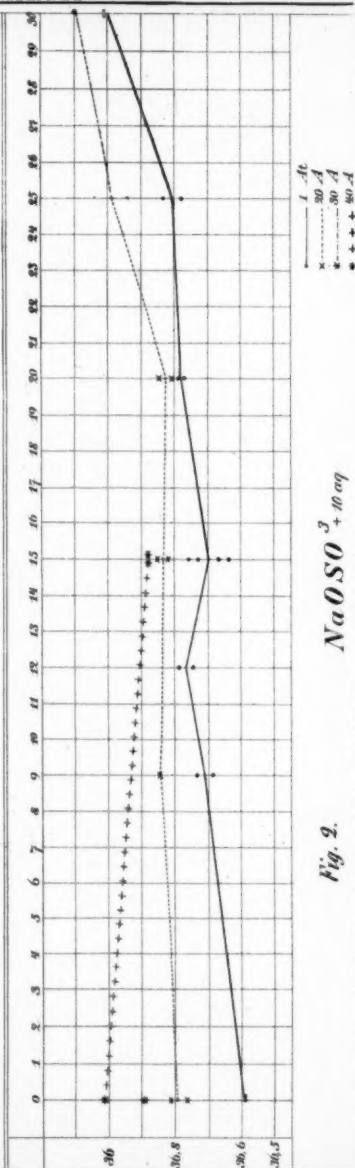


Fig. 2

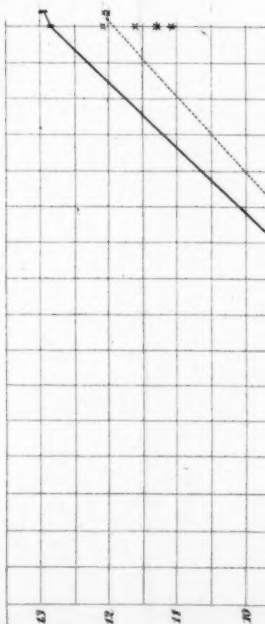
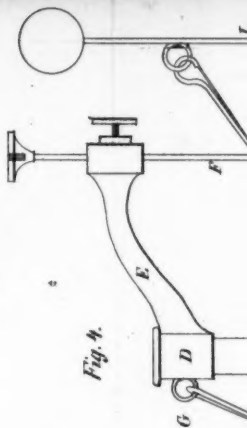
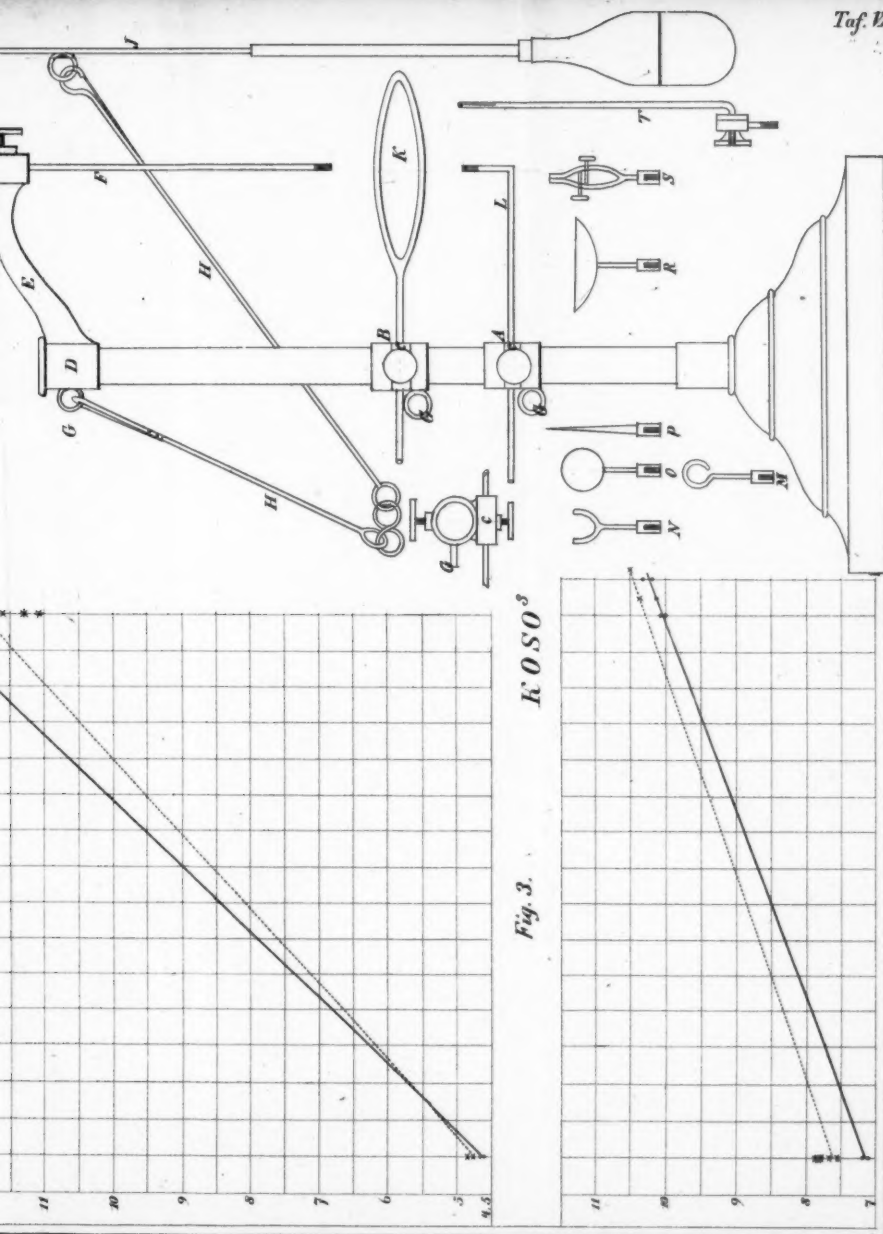
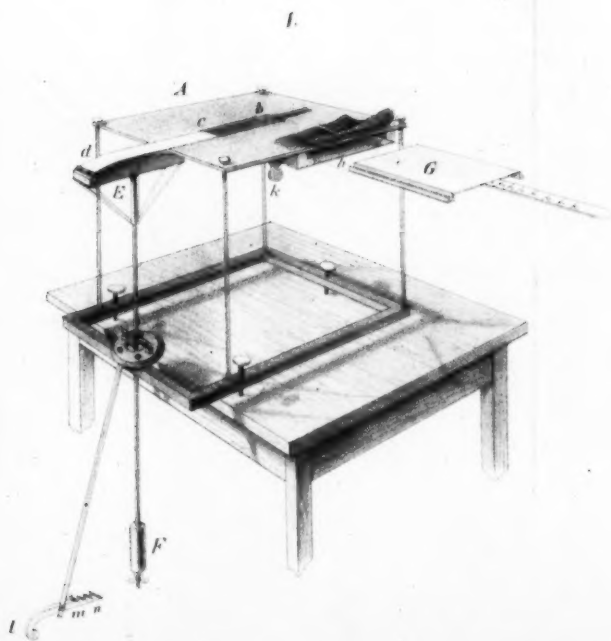
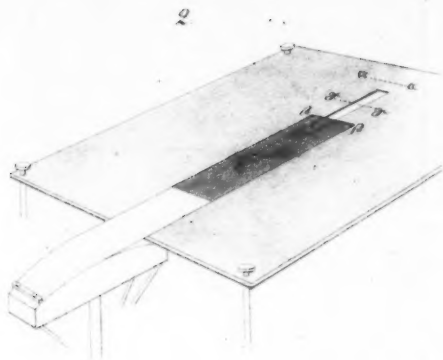
 $\text{NaOSO}_3 + 10\text{aq}$ 

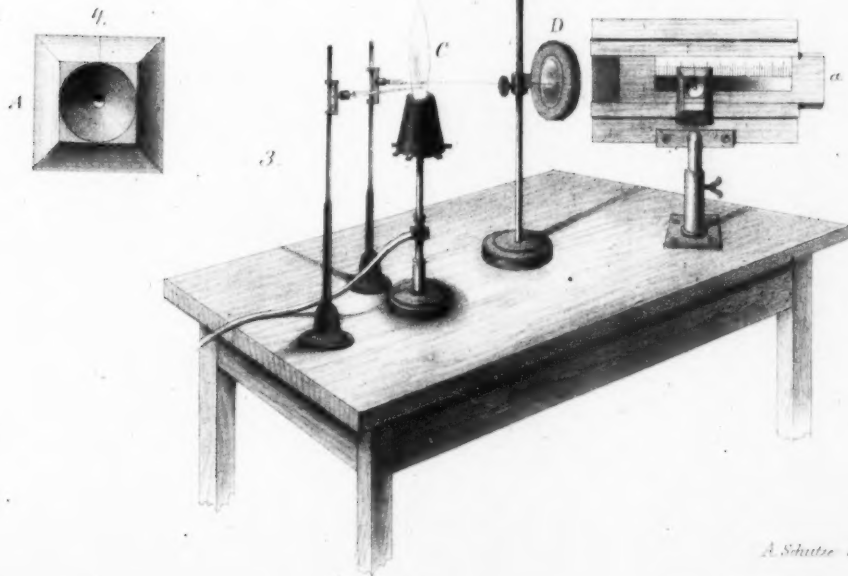
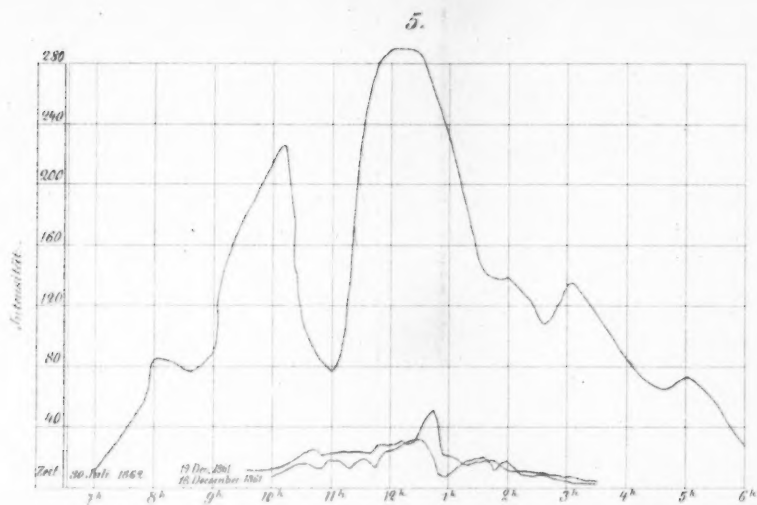
Fig. 4



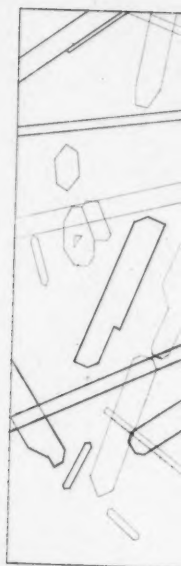








A. Schütz lith.



2. Nasty en

h

Fig. 1.  $\times 500$ .

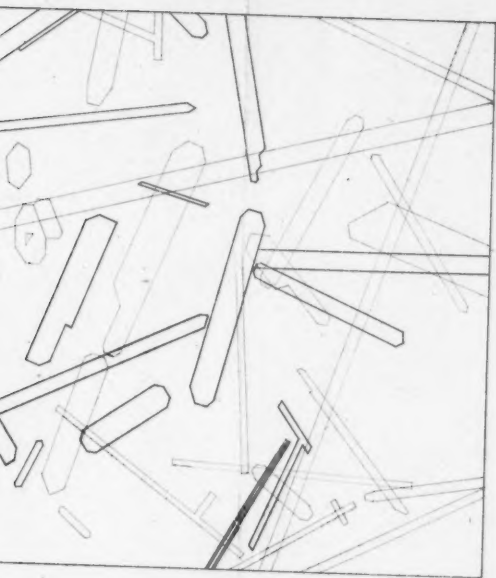


Fig. 2  $\times 24$ .



Nach einer Photographie v. K. Vogel

mit v. A. Schüster

*Ann. d. Phys. u. Chem.* Bd. 117. St. 4.